серия: «Библиотека ремонта»

Д.А. Садченков

Современные цифровые мультиметры

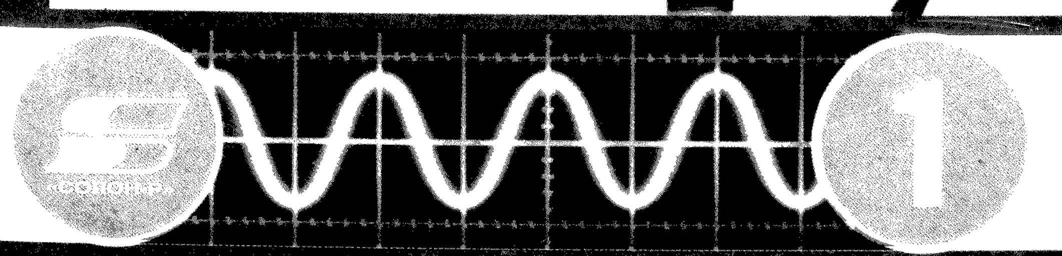
Технические параметры

Электрические схемы

Справочные данные

Особенности ремонта





Серия «Библиотека ремонта»

Д. А. Садченков

Современные цифровые мультиметры

СОЛОН-Пресс
Москва · 2002

Садченков Д. А.

Современные цифровые мультиметры / Садченков Д. А. — М.: СОЛОН-Пресс. — 2002. — 112 с., (серия «Библиотека ремонта» вып. 1).

ISBN 5-98003-004-2

Описаны принципы устройства цифровых мультиметров, особенности построения конструктивных узлов, выявления и устранения несиправностей. Приведены технические данные большинства популярных моделей, более двадцати принципиальных схем, справочные данные по жидкокристаллическим дисплеям, применяемым в цифровых мультиметрах.

Книга рассчитана на широкий круг радиолюбителей.

Ответственный за выпуск *В. Митин*
Технический редактор *И. Шелестов*
Макет и верстка *Д. Садченков*
Обложка *Е. Жбанов*

ISBN 5-98003-004-2

Предисловие

Быстрое развитие микроэлектроники привело к увеличению скорости обновления электронных устройств различного назначения. В настоящее время становится все труднее уследить за появлением на рынке новых моделей техники с более совершенными потребительскими качествами, меньшими габаритами и весом. Эта тенденция коснулась и средств измерений. Если каких-то десять лет назад цифровой мультиметр был доступен только радиоинженерам и ограниченному кругу специалистов, а на рабочем столе радиолюбителя был чем-то из области фантастики, то в настоящее время он превратился в обыденную вещь.

Сегодня наиболее популярны цифровые измерительные приборы с автономным питанием. Несмотря на свои малые габариты, многие из них являются многофункциональными и позволяют измерять не только силу тока и напряжение, но и сопротивление, емкость, индуктивность, частоту и некоторые другие параметры.

В торговой сети цифровые мультиметры представлены широким модельным рядом. В относительно небольшом ценовом диапазоне они имеют самые разные наборы сервисных функций. При интенсивной эксплуатации мультиметр, как и любой другой прибор, может выйти из строя. Чтобы помочь радиолюбителю разобраться в устройстве таких измерительных приборов и была написана эта книга. Цель ее — познакомить читателя с общими основами устройства мультиметров, объяснить порядок выявления неисправностей и ремонта таких приборов. В книге приводятся более двадцати принципиальных схем популярных цифровых мультиметров. Эта книга поможет в выборе необходимого прибора, если его у вас еще нет.

1. Общие принципы устройства мультиметров

1.1. Краткое описание АЦП серии 7106

Вы не задавались вопросом: почему довольно много цифровых мультиметров при своих высоких технических характеристиках имеют сравнительно низкую цену? Дело в том, что мультиметр имеет несложную конструкцию, технология его сборки проста, что при массовом автоматизированном производстве обеспечивает низкий уровень цен.

«Сердцем» мультиметра является микросхема аналого-цифрового преобразователя (АЦП), выполняющая также функции управления жидкокристаллическим (LCD — Liquid Crystal Display) или светодиодным (LED — Light Emission Diode) индикатором. Для того, чтобы создать мультиметр, необходимо иметь микросхему АЦП, знать ее технические характеристики, назначение выводов, варианты типового применения и несколько простых формул для расчета номиналов внешних элементов — конденсаторов и резисторов, что требуется при различных вариантах использования АЦП. АЦП необходим для того, чтобы аналоговое значение входного напряжения преобразовать в цифровой код для отображения значения величины на LCD.

В рассматриваемых в данной книге мультиметрах применены АЦП нескольких типов: 7001, 7106, 9207, SMC62MIF. Наиболее удачен по конструкции и поэтому широко применяется АЦП серии 7106. Эта микросхема выпускается многими производителями, поэтому перед цифрами могут стоять разные буквенные сочетания. Например, ICL7106 — это АЦП, выпускаемый фирмой HARRIS. Большинство описываемых мультиметров собрано именно на основе этой микросхемы. Ее отечественный аналог — 572ПВ5. Поэтому АЦП серии 7106 и уделено основное внимание в этой книге.

Микросхемы серии 7106 выпускаются в корпусах двух типов: 40-контактном PDIP для обычного монтажа на печатную

плату или 44-контактном MQFP для поверхностного монтажа (рис. 1.1). Они абсолютно одинаковы по характеристикам, а применение корпусов разных типов зависит от конструктивных особенностей создаваемых на их основе приборов. Данные микросхемы обеспечивают:

- гарантированное отображение нулевых показаний на всех пределах измерений при входном напряжении, равном 0 В;
- определение полярности входного сигнала;
- типовое значение входного тока, равное 1 пА (1×10^{-12} А);
- дрейф нуля, составляющий менее 1 мкВ/°С;
- низкое напряжение собственных шумов, менее 15 мкВ.

Он имеет встроенные схемы синхронизации и опорного напряжения. Потребляемая от источника питания мощность составляет менее 10 мВт.

Напряжение питания микросхемы может быть не более 15 В (типовое значение 9 В).

Одновременно с АЦП серии 7106 выпускаются также микросхемы серии 7107. По основным параметрам они идентичны. Однако АЦП серии 7107 требует применения двуполярного источника питания ±5 В.

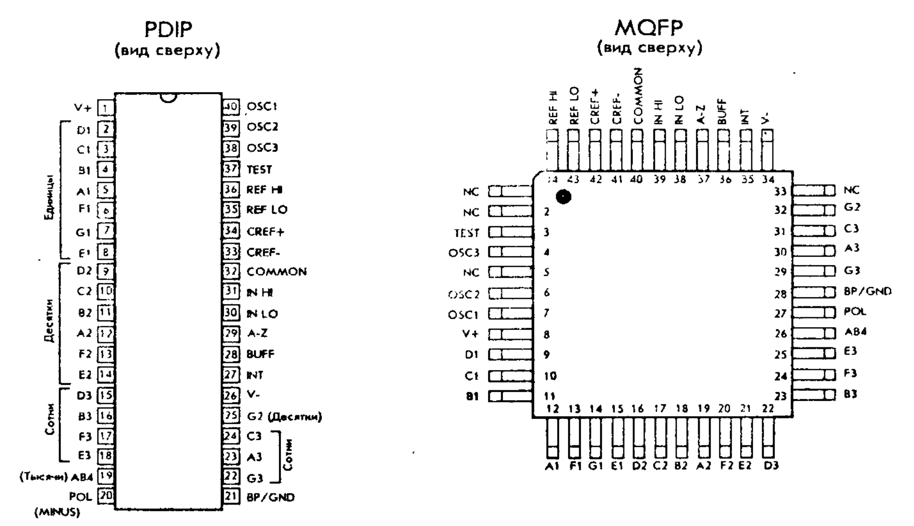


Рис. 1.1. Типовые корпуса АЦП серии 7106

Для работы АЦП не требуется применения внешних активных элементов. В его состав входят семь декодеров семисегментных ЖКИ дисплея, драйверы дисплея, схемы формирования опорного напряжения и синхронизации. Разрядность дисплея — $3^1/_2$, высота цифр — 13 или 22 мм. Для построения простейшего вольтметра, помимо АЦП, требуется всего десять пассивных компонентов и индикатор.

На рис. 1.2 изображена типовая схема включения АЦП серии 7106.

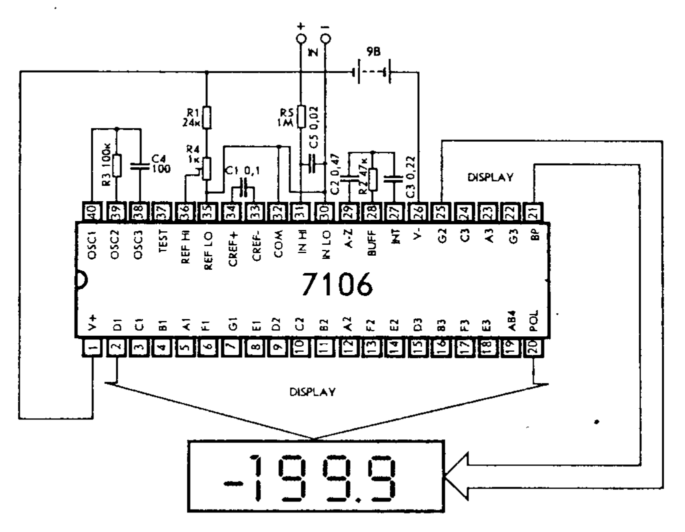


Рис. 1.2. Типовое включение АЦП серии 7106

При создании схем электронных устройств на основе АЦП серии 7106 применяют следующие формулы для расчета:

1. Частота тактового генератора $f_{OSC} = \frac{0,45}{RC}$; при этом величины емкости С и сопротивления R должны составлять: С > 50 пФ, R > 50 кОм.

Типовое значение $f_{OSC} = 48$ кГц.

2. Период генерируемых колебаний $t_{OSC} = \frac{RC}{0,45}$.

3. Частота синхроимпульсов при интеграции входного сигнала

$$f_{CLOCK} = \frac{f_{OSC}}{4}.$$

4. Период интеграции $t_{INT} = 1000 \cdot 4/f_{OSC}$.

5. Оптимальный интегрирующий ток $I_{INT} = 4{,}0$ мкА.

6. Типовое аналоговое входное напряжение для максимальных показаний цифровой шкалы $V_{INFS} = 200$ мВ или 2,0 В.

7. Сопротивление интегрирующего резистора

$$R_{INT} = \frac{V_{INFS}}{I_{INT}}$$ (на рис. 1.2 — R2).

8. Емкость интегрирующего конденсатора

$$C = \frac{t_{INT} \cdot I_{INT}}{V_{INT}}$$ (на рис. 1.2 — С3).

9. Размах выходного интегрального напряжения

$$V_{INT} = \frac{t_{INT} \cdot I_{INT}}{C_{INT}}.$$

10. Максимальный размах V_{INT}: (V-/+0,5В) < V_{INT} < (V+/-0,5В). Типовое значение V_{INT} составляет 2,0 В.

11. Показания дисплея: $COUNT = 1000 \cdot \frac{V_{IN}}{V_{REF}}$, где V_{IN} — входное напряжение, а V_{REF} — опорное напряжение.

12. Значение входного напряжения в обычном режиме:

(V-/+1,0 В) < V_{IN} < (V+/-0,5 В).

13. Емкость конденсатора автообнуления:

$$0{,}01\text{мкФ} \le C_{AZ} \le 1{,}0\text{мкФ}.$$

В микросхеме имеется внутренний преобразователь, который однополярное напряжение питания ±9 В преобразует в двуполярное, величина которого в общей точке относительно первичного источника составляет: V_{GND} = ±4,5 В.

1.2. Аналоговая часть АЦП

На рис. 1.3 изображена структурная схема аналоговой части АЦП.

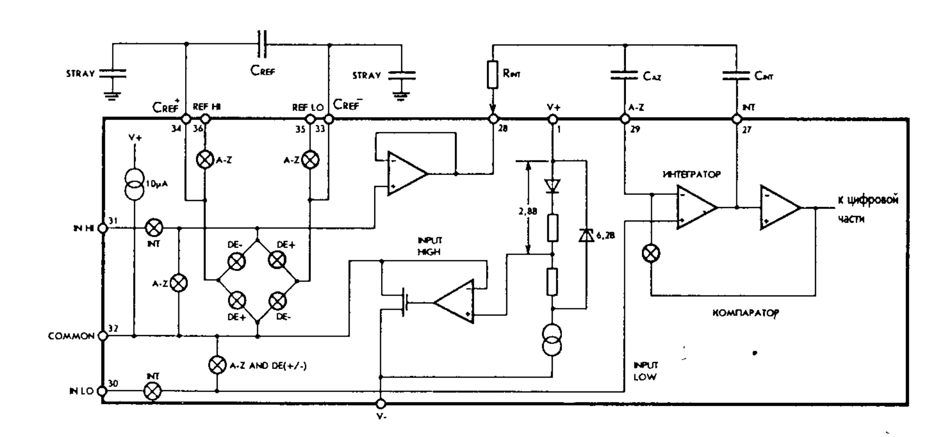


Рис. 1.3. Структурная схема аналоговой части АЦП серии 7106

Каждый цикл измерений можно разделить на три фазы:

1) Автообнуление (A-Z).
2) Интегрирование сигнала (INT).
3) Деинтегрирование.сигнала (DE).

Рассмотрим эти процессы более подробно. В течение периода автообнуления происходят три события:

- входные цепи (IN HI, IN LO) отключаются от клемм и закорачиваются на общий провод (COMMON) аналоговой части АЦП;

- опорный конденсатор C_{REF} заряжен до напряжения, равного опорному;
- цепь обратной связи закрыта для того, чтобы конденсатор автообнуления C_{AZ} зарядился и своим зарядом компенсировал напряжение смещения буферного усилителя, интегратора и компаратора. Поскольку компаратор включен в цепь обратной связи, точность автообнуления ограничена только напряжением шумов всей системы. В любом случае отклонение опорного напряжения от заданной величины не превышает 10 мкВ.

В течение периода интегрирования сигнала цепь автообнуления разорвана, входные цепи отключены от общего провода и подключены к соответствующим клеммам. Конвертер в течение фиксированного времени преобразует дифференциальное напряжение между выводами IN HI и IN LO. Дифференциальное напряжение может иметь значение, лежащее в пределах определенного общим режимом АЦП — до 1 В от другого источника (типовое его значение — 200 мВ). Если же входной сигнал относительно источника питания АЦП не преобразован, тогда выв. IN LO может быть соединен с общим проводом аналоговой части АЦП (COMMON). В конце фазы интегрирования определяется полярность входного сигнала.

Окончательной фазой работы аналоговой части является фаза деинтегрирования или по-другому обратного интегрирования. При этом выв. IN LO внутрисхемно соединяется с общим проводом, а IN HI подключен через предварительно заряженный опорный конденсатор C_{REF}. Схема внутри АЦП обеспечивает подключение конденсатора в правильной полярности для обеспечения нулевого напряжения на выходе интегратора. Время, необходимое для приведения к нулю выходного напряжения интегратора, пропорционально входному сигналу.

Входные цепи позволяют согласовывать дифференциальные напряжения на любом из поддиапазонов измерений в общем режиме в пределах от минус 0,5 В до плюс 1,0. В этом диапазоне напряжений коэффициент ослабления синфазного сигнала может достигать 86 дБ (типовое значение). Наибо-

лее плохими условиями работы АЦП следует считать те, когда на вход в обычном режиме подается высокое положительное напряжение или высокое отрицательное, граничащее с верхним пределом измерений. Для критических условий работы во избежание ухудшения точности размах выходного сигнала интегратора может быть ограничен до рекомендованного уровня 2 В. Для того, чтобы не ухудшилась линейность при измерениях, выходной сигнал интегратора должен иметь размах в пределах 0,3 В.

Опорное напряжение может быть сгенерировано любым способом и иметь величину, ограниченную напряжением источника питания АЦП. Главной причиной ошибки при измерении напряжений является одновременное приложение напряжений на опорном конденсаторе и на паразитных емкостях между его выводами и общим проводом. Опорный конденсатор при наличии на входе высокого синфазного напряжения при положительной его полярности заряжается и напряжение на нем возрастает. Если же синфазное напряжение имеет отрицательную полярность, этот конденсатор разряжается, и напряжение снижается. Такие различия в работе опорного конденсатора в процессе деинтеграции при положительном и отрицательном входном напряжении приводят к ошибке при проведении измерений. Такую ошибку компенсируют подбором емкости опорного конденсатора. При ее достаточно большой величине по сравнению со значением паразитной емкости ошибка минимальна.

Вывод аналогового общего провода используется при измерении синфазных напряжений и питании АЦП от батареи или при его работе в составе других систем, входные сигналы которых изменяются относительно напряжения источника питания. Относительно общего провода напряжение отрицательной полярности на 2,8 В ниже по абсолютной величине, чем напряжение положительной полярности. Это сделано для того, чтобы обеспечить работоспособность АЦП при разряде батареи питания в конце срока ее службы до напряжения 6 В. Од-

нако общий аналоговый провод имеет отношение и к формированию опорного напряжения. Когда напряжение питания достаточно для работы стабилитрона (>7 В), внутренний источник напряжения питания относительно отрицательного полюса батареи будет иметь низкий коэффициент отклонения напряжения — около 0,001%/В, низкое выходное сопротивление — около 15 Ом и низкий температурный коэффициент отклонения напряжения — менее 80 ‰ на 1°С.

При необходимости в качестве внешнего источника опорного напряжения может быть использована одна из схем, изображенных на рис. 1.4.

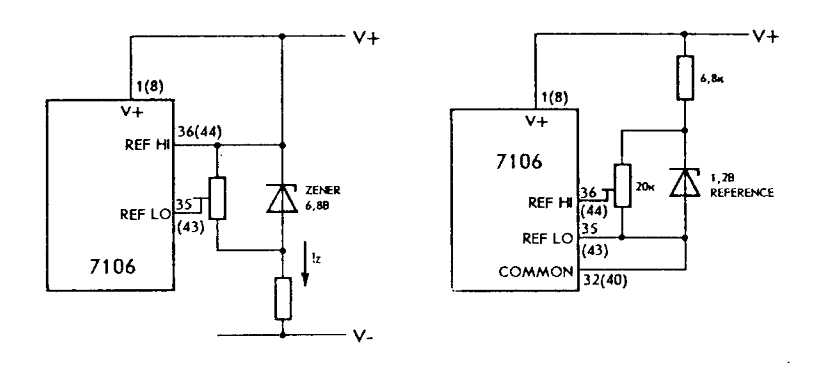


Рис. 1.4. Схемы формирования опорного напряжения АЦП

Общий аналоговый провод используется также в процессе автообнуления и деинтеграции. Если напряжение на входе IN LO отличается от напряжения на общем аналоговом проводе, в системе появляется синфазное напряжение, которое обеспечивает наилучшее значение коэффициента ослабления синфазного сигнала.

В некоторых системах на основе АЦП серии 7106 на входе IN LO может быть установлено фиксированное напряжение, например, напряжение источника питания. В этом случае аналоговый общий провод подключают к той же точке, что уст-

раняет появление в системе синфазного напряжения. Это поддерживает нормальную работу схемы формирования опорного напряжения.

В отдельных случаях общий аналоговый провод может быть подключен через N-канальный полевой транзистор. Это позволяет снизить ток удержания разностного напряжения 2,8 В относительно положительного полюса источника в среднем до 30 мкА.

Вывод TEST микросхемы выполняет две функции. Он связан через резистор сопротивлением 500 Ом с внутренним источником питания цифровой части и поэтому может быть использован в качестве источника отрицательного напряжения для управления внешними драйверами сегментов жидкокристаллического индикатора, например, десятичных точек или дополнительных сегментов. На рис. 1.5 и 1.6 показано типовое использование вывода TEST для этих целей.

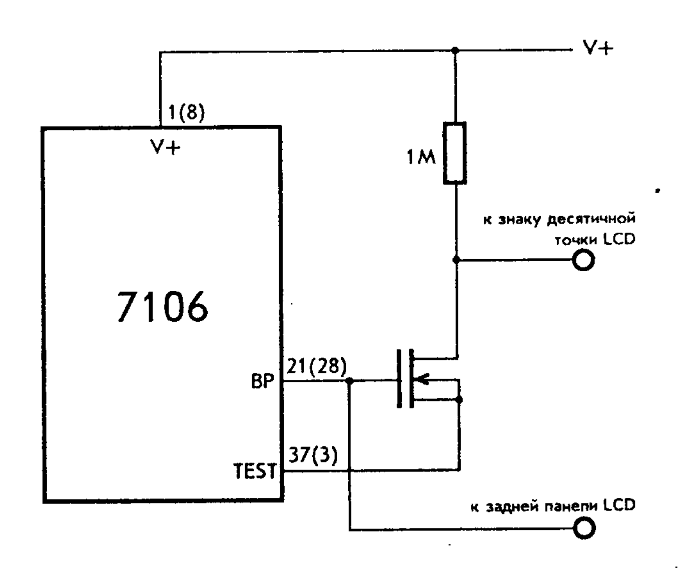


Рис. 1.5. Пример использования выв. TEST для управления десятичной точкой LCD с применением полевого транзистора

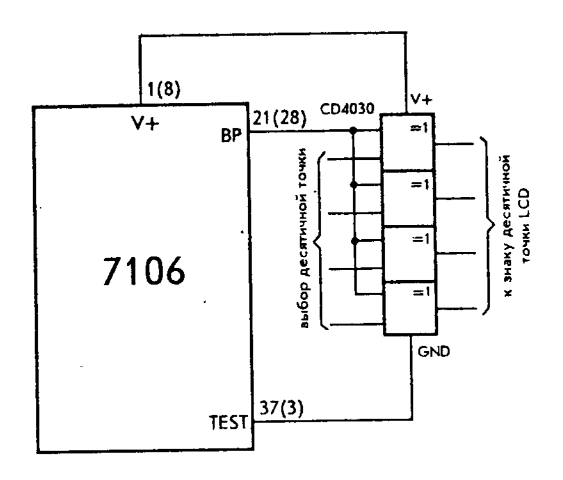


Рис. 1.6. Пример использования выв. TEST для управления десятичной точкой LCD с использованием элементов «Исключающее-ИЛИ»

Вторая функция обеспечивает проверку исправности работы LCD. В этом случае вывод TEST замыкают на положительный вывод источника питания V+. При исправном LCD появляется число «1888». При такой проверке через вывод TEST протекает ток около 15 мкА. Следует быть очень осторожным, чтобы не вывести LCD из строя, поскольку при проверке через его сегменты проходит постоянный ток, а не прямоугольные импульсы. Поэтому период проверки должен быть кратковременным.

1.3. Цифровая часть АЦП

На рис. 1.7 изображена структурная схема цифровой части АЦП серии 7106. Внутренняя земляная шина цифровой части АЦП формируется с помощью стабилитрона и Р-канального истокового повторителя. Повторитель обеспечивает снижение тока в процессе работы LCD. Частота работы схемы индикации равна частоте синхронизации, деленной на 800. При частоте отображения показаний три раза в секунду, управляющий сигнал представляет собой импульсы частотой 60 Гц с амплитудой 5 В. Сегменты LCD управляются сигналами той же частоты и амплитуды. Эти сигналы находятся в фазе с сигналом на выв. BP (Back Plane) — выводе для подключения задней панели LCD, когда индикаторы не отображают информацию (OFF) или в противофазе, когда они информацию отображают (ON). В любом случае на сегментах всегда присутствует незначительное напряжение постоянного тока.

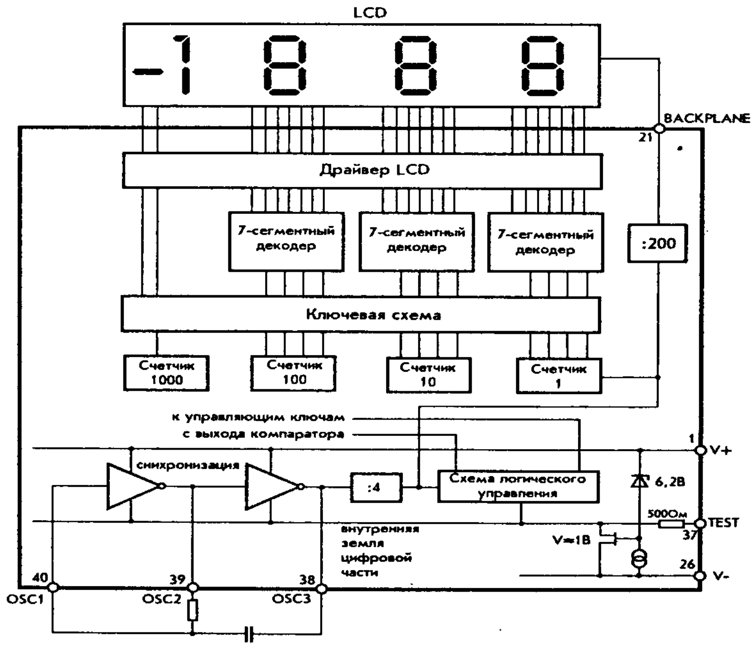


Рис. 1.7. Структурная схема цифровой части АЦП

Синхронизация системы

На рис. 1.8 показаны способы синхронизации АЦП. В первом случае (верхняя часть рис. 1.8) для синхронизации используется внешний генератор импульсов, подключаемый к выв. 40. Во втором — используется внутренний генератор. При этом к выв. 38—40 подключается времязадающая RC-цепь. Частота генератора делится на четыре, прежде чем сигнал тактовой частоты будет подан на декадные счетчики. Затем происходит его очередное деление для формирования трех фаз работы АЦП. Первая фаза — интегрирование (1000 отсчетов), вторая — опорная деинтеграция (0...2000 отсчетов), третья — автообнуление (1000...3000 отсчетов). Для сигналов с уровнями меньшими верхнего предела измерений в фазе автообнуления АЦП получает неиспользуемую часть импульсов при опорной деинтеграции. При этом полный цикл измерения составляет до 4000 отсчетов (16000 импульсов синхронизации), и их число зависит от входного напряжения. Для того, чтобы получить три считывания в секунду, частоту генератора выбирают равной 48 кГц.

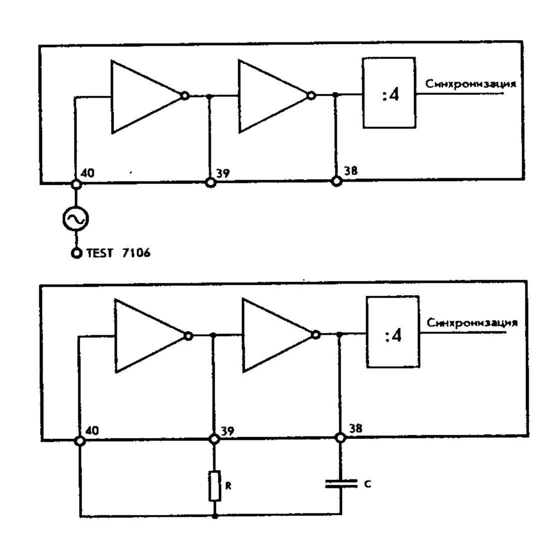


Рис. 1.8. Способы синхронизации АЦП

Для максимального ослабления наводки сигнала частотой 60 Гц, сигнал цикла интегрирования должен быть получен умножением сигнала частотой 60 Гц. При этом частота генератора может быть выбрана из ряда 240 кГц, 120 кГц, 80 кГц, 60 кГц, 48 кГц, 40 кГц, 33,33 кГц и т.д. Для ослабления наводки частотой 50 Гц частота генератора должна принимать одно из значений: 200 кГц, 100 кГц, 66,66 кГц, 50 кГц, 40 кГц и т.д. Следует обратить внимание, что выбор частоты 40 кГц (2,5 считывания в секунду) обеспечивает подавление наводок от промышленной сети частотой 50 Гц, 60 Гц, а также 400 Гц и 440 Гц.

Подбор навесных компонентов

Интегрирующий резистор должен иметь определенное сопротивление. Его значение выбирается равным 470 кОм при верхнем пределе измерений, равном 2 В, или 47 кОм при верхнем пределе измерений равном 200 мВ.

Интегрирующий конденсатор, подбирается при условии, что общий аналоговый провод используется как опорный и амплитуда входного сигнала АЦП составляет +2 В. При скорости три считывания в секунду, когда частота синхронизации выбрана равной 48 кГц, величина емкости интегрирующего конденсатора C_{INT} должна быть равна 0,22 мкФ. При изменении частоты внутреннего тактового генератора величина емкости C_{INT} обратно пропорциональна этому изменению, что обеспечивает требуемую амплитуду выходного сигнала. Дополнительным требованием к типу используемого конденсатора является низкий коэффициент диэлектрических потерь. Наилучший результат дает использование полипропиленовых конденсаторов.

Величина емкости конденсатора автообнуления влияет на помехи измерительной системы на основе АЦП. Это особенно важно, когда верхний предел измерений составляет 200 мВ. В этом случае емкость конденсатора выбирается равной 0,47 мкФ. Если же верхний предел выбран равным 2 В, то емкость конденсатора автообнуления должна составлять 0,047 мкФ.

Оптимальная емкость опорного конденсатора C_{REF} выбирается равной 0,1 мкФ. В особых случаях, например, когда

на входе присутствует высокое синфазное входное напряжение, а верхний предел измерений выбран равным 2 В, эта емкость может быть увеличена до 1,0 мкФ.

Элементы частотозадающей RC-цепи выбираются так: сопротивление резистора равным 100 кОм, а емкость конденсатора рассчитывается из формулы:

$$f = 0{,}45/RC, \quad \text{т.е. } C = 0{,}45/1 \cdot 10^{-5} \cdot f.$$

Например, при выборе частоты синхронизации равной 48 кГц (три считывания в секунду) величина емкости составит 100 пФ.

Принцип построения схемы аналогового входа требует, чтобы для отображения полной шкалы соблюдалось соотношение:

$$V_{IN} = 2V_{REF}.$$

Поэтому для верхнего предела измерений 200 мВ величина опорного напряжения должна составлять 100 мВ, а для 2 В — 1 В. Однако, если при измерении напряжений вопросов не возникает, то в некоторых других случаях может потребоваться другая величина опорного напряжения. Например, если АЦП используется в электронных весах, а максимальное выходное напряжение преобразователя датчика (читай «верхний предел измерений») составляет 0,662 В. В этом случае вместо деления входного напряжения до величины 200 мВ обычно используют непосредственное деление входного напряжения на два, и опорное напряжение, таким образом составит 0,331 В. При этом подходящие значения номиналов резистора и конденсатора интегратора составят соответственно 120 кОм и 0,22 мкФ. Подобные решения применяются и при разработке на основе АЦП цифровых измерителей температуры.

1.4. Типовое применение АЦП

АЦП серии 7106 могут применяться для создания самых различных измерительных электронных устройств: цифровых мультиметров, обеспечивающих измерение напряжения, силы тока и сопротивления, приборов для измерения емкости, индуктивности, проверки параметров биполярных транзисторов, цифровых измерителей температуры, давления, цифровых весов, тахометров и т.д. Ниже показаны некоторые практические схемные решения использования АЦП серии 7106.

На рис. 1.9 изображена схема поключения к АЦП ICL7106 резистивного моста. В одно из его плеч может быть включен измерительный датчик, сопротивление которого меняется при внешнем воздействии. Величина сопротивления резисторов в конечном счете определяет чувствительность моста.

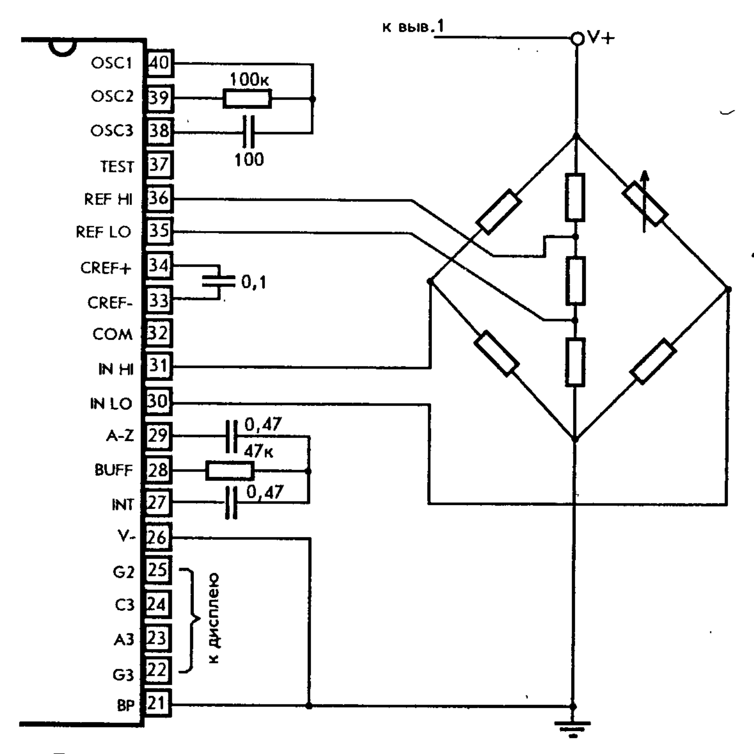


Рис. 1.9. Схема подключения резистивного моста

На рис. 1.10 изображена схема измерителя температуры. В качестве датчика в ней применен кремниевый транзистор, который имеет температурный коэффициент около –2 мВ/°С. Датчик соединяется со схемой измерителя посредством коаксиального кабеля. Калибровку измерителя производят следующим образом: помещают датчик в ледяную воду с температурой 0°С и подстройкой потенциометра установки нуля добиваются показаний на LCD 000.0. После этого датчик помещают в сосуд с кипящей водой и подстройкой потенциометра установки верхнего предела шкалы добиваются показаний LCD, равных 100.0.

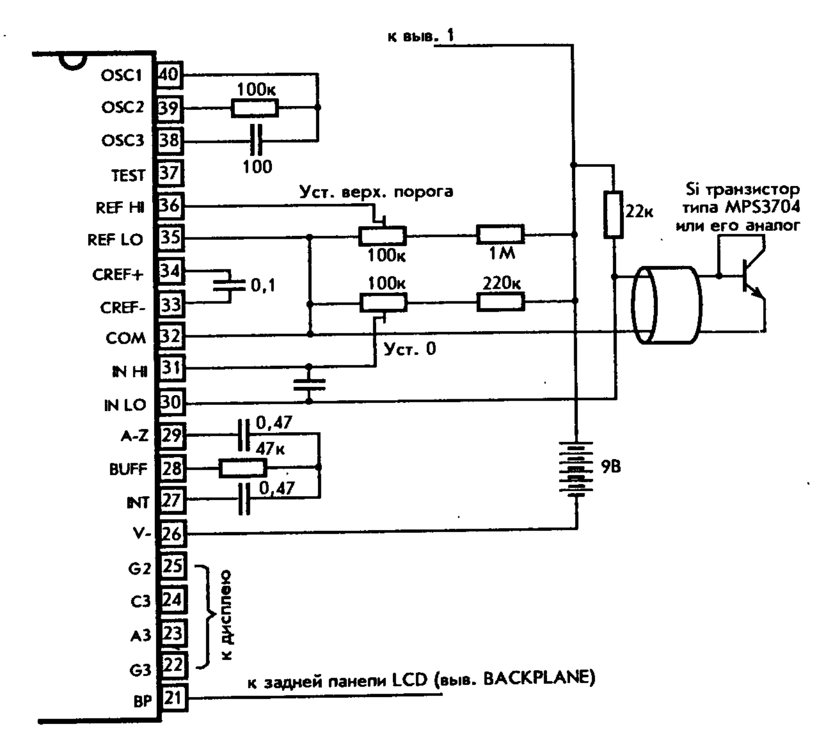


Рис. 1.10. Схема измерителя температуры

На рис. 1.11 изображена схема с использованием операционного усилителя в качестве усилителя слабых сигналов. Вывод TEST в такой схеме используется как источник опорного напря-

жения при работе с различными типами операционных усилителей. Подобные схемы применяются при измерении величин малых сигналов.

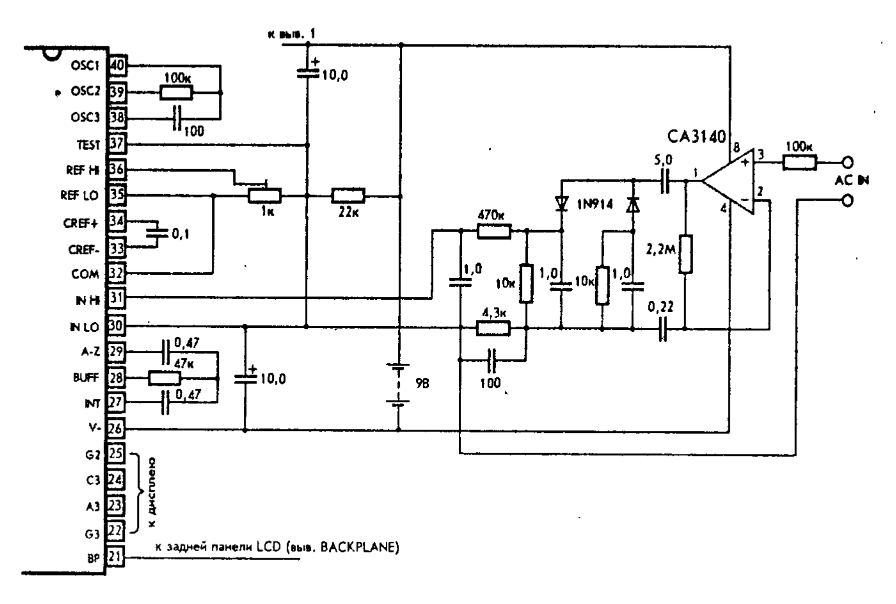


Рис. 1.11. Использование ОУ для усиления малых сигналов

1.5. Особенности эксплуатации и ремонта устройств на основе АЦП серии 7106

Прежде чем приступить к изложению материала, следует подчеркнуть, что АЦП серии 7106 были настолько удачной разработкой, что в результате дальнейшего совершенствования на их основе был создан более новый АЦП из серии 7126. Микросхемы 7126 аналогичны серии 7106 и взаимозаменяемы с ними. Однако есть несколько особенностей, которые следует учесть при замене неисправного АЦП 7106 на 7126 при ремонте. О них — ниже.

Мультиметры на основе микросхем серий 7106/7126 питаются от батареи напряжением 9 В. Напряжение питания не должно быть ниже 6,5 В, так как при низком напряжении

резко снижается точность преобразования, и соответственно ухудшается точность измерений. Максимально допустимое напряжение, которое может быть приложено к выводам V+ и V- составляет 15 В.

При использовании этих АЦП в других устройствах иногда возникает необходимость их питания от двуполярного источника, обеспечивающего питание остальной части схемы устройства. Как правило, такое напряжение составляет ±15 В. Что делать в таком случае? Во-первых, следует преобразовать напряжение источника ±15 В в напряжение ±5 В. Такое преобразование обеспечивают стабилизаторы напряжения 5 В. В этом случае вариант подключения микросхемы преобразователя может использоваться, как показано на рис. 1.12.

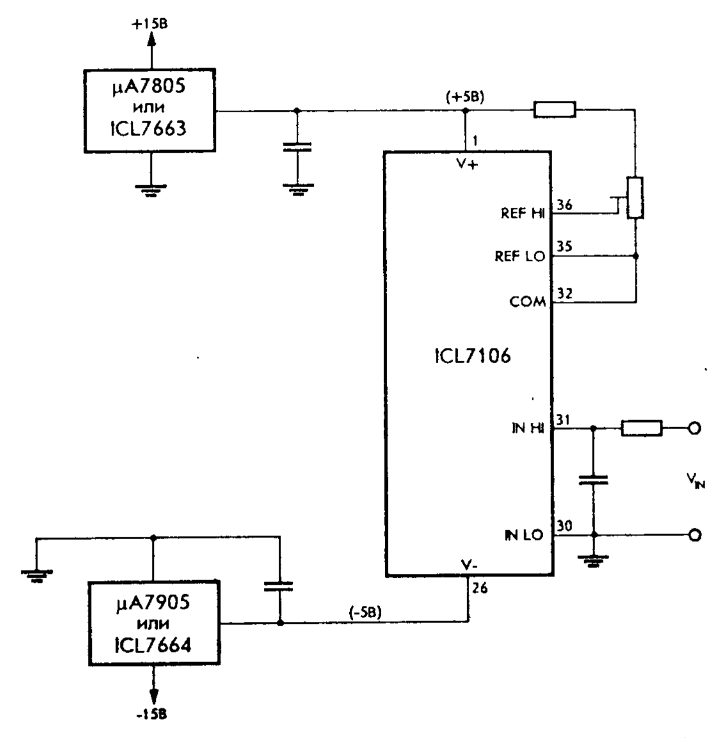


Рис. 1.12. Использование источника питания ±15 В для питания АЦП

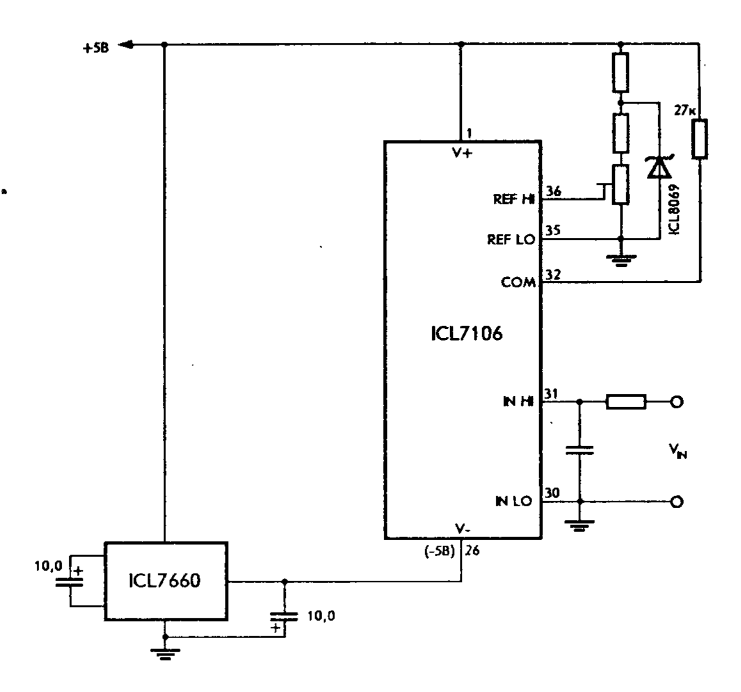


Рис. 1.13. Использование однополярного источника напряжения +5 В для питания АЦП

При использовании стандартного источника питания — угольно-цинковой батареи напряжением 9 В, она обеспечит непрерывную работу АЦП серии 7106 в течение 200 часов, а АЦП серии 7126 — 8000 часов.

Особенности использования LCD

Выв. 1 дисплея обозначается как HLD (HOLD — удержание). Если он соединен с выв. V+ АЦП, то показания дисплея после цикла измерения остаются неизменными. Если же его соединить с выв. TEST, то дисплей будет отображать показания при каждом цикле измерений. Выв. 35 LCD предназначен для подключения к положительному выводу источника питания. При индикации на дисплей поступают импульсы амлитудой 3,5 В с частотой следования 60 Гц.

Типы применяемых дисплеев:

- 6FE0203-E и SX140 от фирмы Crystalloid;
- 3902-315 от фирмы Hamlin;
- 7543-W-2 от фирмы LXD.

После замены АЦП необходимо проверить частоту задающего генератора. Ее подбор важен, так как благодаря этому обеспечивается подавление помех от промышленной сети переменного тока. Для подавления помех частотой 50 Гц ее величина составляет 200 кГц, для подавления помех частотой 60 Гц — 240 кГц.

АЦП серии 7106 позволяет также измерять отношения сигналов. При этом один источник измеряемого сигнала подключается к выв. INPUT HI и INPUT LO, а другой — к выв. REF HI и REF LO. Показания дисплея будут пропорциональны отношению сигналов. При их равенстве показания будут равны 1.000, а максимальное значение отношения составит 1.999.

При замене АЦП серии 7106 на АЦП серии 7126 необходимо учитывать следующее:

1. Конденсатор задающего генератора, подключенный к выв. 38 должен иметь емкость не более 50 пФ.

2. Ток, протекающий через делитель напряжения между выв. V+ и COMMON (выв. 32) должен быть ограничен до 10 мкА.

3. Величины емкости интегрирующего конденсатора, подключенного к выв. 27 и сопротивления резистора, подключенного к выв. 28 должны быть пересчитаны: $C_{INT} = 4000 / 2f_{OSC}$; $R_{INT} = U_{IN\,max} / I_{INT}$. Для 7126 I_{INT} составляет 1мкА. $U_{IN\,max}$ — максимальное значение входного напряжения.

4. Величина емкости конденсатора автообнуления, подключенного к выв. 29 должна составлять 0,33 мкФ при напряжении максимального значения показаний LCD 0,2 В или 0,033 мкФ, если величина этого напряжения выбрана равной 2 В.

При замене пассивных радиоэлементов необходимо учесть следующее:

1. Должны применяться угольные или металлопленочные резисторы с допустимым отклонением от номинала не хуже ±5%.

2. В качестве конденсатора задающего генератора можно применить керамический конденсатор с допустимым отклонением емкости не хуже ±10%.

3. В качестве опорного конденсатора и конденсатора автообнуления должны применяться конденсаторы с диэлектриком из полистирена с допустимым отклонением емкости не хуже ±20%.

4. В качестве интегрирующего конденсатора необходимо использовать конденсатор с диэлектриком из полипропилена, но подойдут также и конденсаторы с диэлектриком из полистирена или поликарбоната. Интегрирующий конденсатор должен иметь высокие диэлектрические характеристики с целью обеспечения высокой линейности преобразования.

2. Элементы цифрового мультиметра на основе АЦП серии 7106

2.1. Реализация автоматического выбора предела измерений

Для того, чтобы на основе АЦП серии 7106 построить цифровой мультиметр (ЦММ), помимо общих принципов работы и несложных расчетов, описанных в гл. 1, также следует изучить, как работает схема автоматического выбора предела измерения, как рассчитать входной делитель напряжения, каковы особенности измерения сопротивления и тока.

Для работы схемы автоматического выбора предела измерений требуется три сигнала:

- сигнал превышения порога измерения;
- сигнал об уровне напряжения ниже порога измерения;
- сигнал синхронизации.

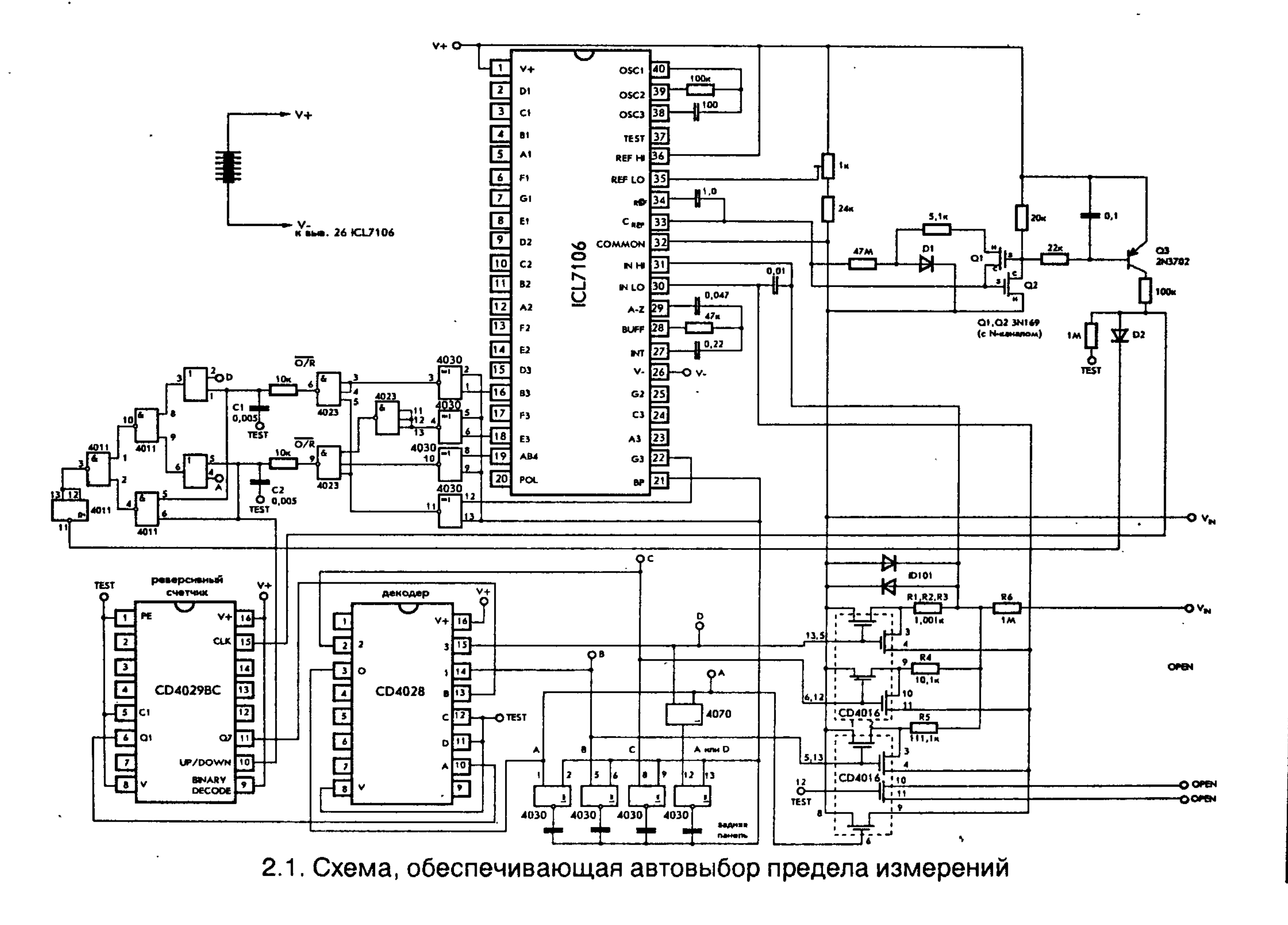
Первые два из них служат для управления сдвигом предела измерения цифровой шкалы и становятся активными в результате ошибки преобразования или высокой погрешности при преобразовании. Сигнал синхронизации управляет сдвигом показаний цифровой шкалы. Он появляется только один раз в течение цикла преобразования, если только не происходит его сбоя, и становится неактивным после успешного завершения преобразования.

Схема, обеспечивающая автоматический выбор предела измерения изображена на рис. 2.1. В ней инвертированные сигналы превышения порога преобразования (O/R — OverRange) или сигнала о напряжении ниже этого порога (U/R — UnderRange) получают путем детектирования показаний дисплея. АЦП 7106 включает наибольшую значащую цифру и гасит остальные для индикации превышения порога преобразования. Сигнал о напряжении ниже порога преобразования получается, если показания дисплея буду менее 0100. Для предотвращения кратковременных импульсных помех в сигналах O/R и U/R служат цепочки R1C1 и R2C2.

На следующем этапе логической операции сигналы O/R и U/R исчезают, предварительно сдвигая показания цифровой шкалы в область несуществующих значений. Сигнал O/R исчезает при превышении диапазона измерений на пределе 200 В, а сигнал U/R — когда сигнал имеет напряжение, меньшее предела измерений в 200 мВ.

На последующем этапе работы логической схемы отключается сигнал синхронизации при условии, что преобразование завершилось. Он появляется только в случае необходимости сдвига десятичной точки при проведении измерений.

Микросхема CD4029 представляет собой четырехразрядный реверсивный счетчик, используемый как регистр для удержания текущего состояния и как счетчик для сдвига показаний цифровой шкалы в соответствии с работой управляющих входов. Микросхема CD 4028 обеспечивает передачу двоично-десятичного кода на микросхему CD4029 и систему ключей. Дополнительно ячейки «Исключающее–ИЛИ» управляют соответствующим положением десятичной точки.



2.1. Схема, обеспечивающая автовыбор предела измерений

2.2. Построение входного делителя напряжения

Упрощенная схема входного делителя напряжения показана на рис. 2.2.

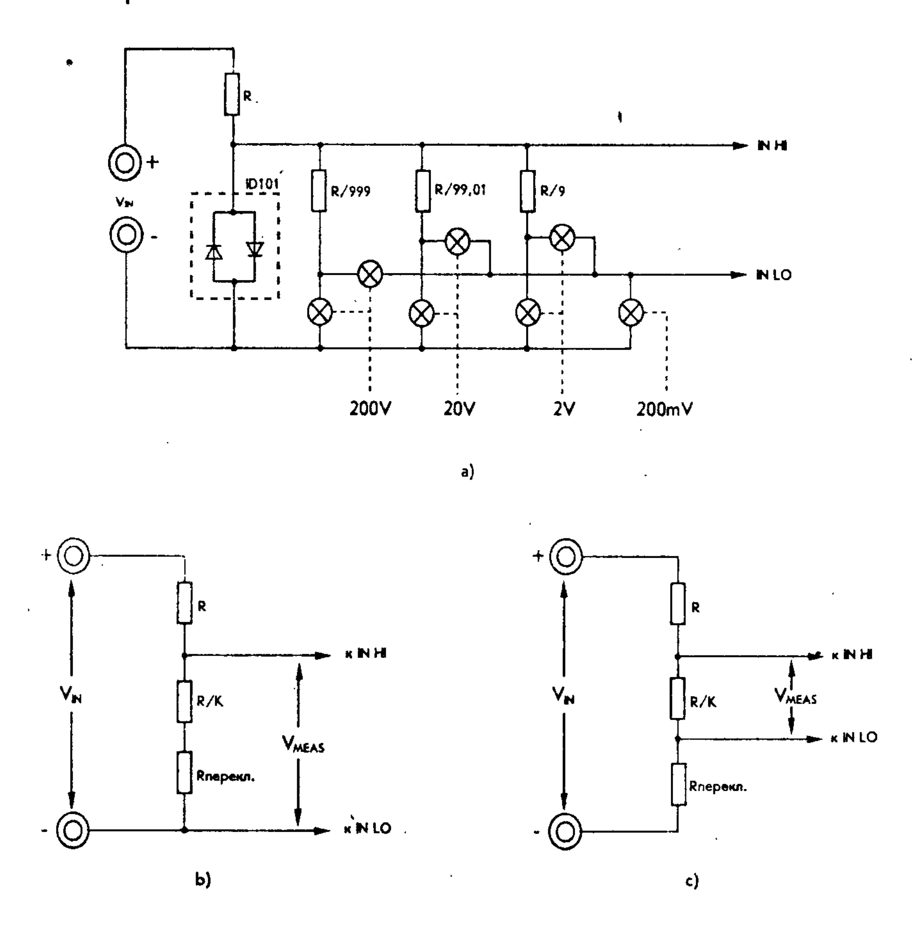


Рис. 2.2. Построение входного делителя напряжения цифрового мультиметра

Такое ее построение было выбрано для упрощения использования аналоговых ключей. Диодная пара с малым током утечки ID101 обеспечивает защиту входных цепей от бросков напряже-

ния, а ключи, обеспечивающие коммутацию на выв. IN LO уменьшают результирующую ошибку в соответствии с коммутируемым сопротивлением. Для двух эквивалентных схем (рис. 2.2, b и 2.2, с) можно рассчитать напряжение между выв. IN HI и IN LO.

Для эквивалентной схемы, изображенной на рис. 2.2, b

$$V_{MEAS} = V_{IN\,HI} = (R_S + R/K\,/(R_S + R + R/K))V_{IN}\,, \qquad (1)$$

где R_S – подключаемое сопротивление, R – входное сопротивление (1 МОм), K – необходимый коэффициент деления.

Идеальное значение напряжения $V_{IN\,HI}$ должно быть равным:

$$V_{IDEAL} = (R/K\,/\,R/K + R)V_{IN} = (1\,/\,(1 + K))V_{IN}\,. \qquad (2)$$

Поэтому можно вычислить погрешность измерений в процентах:

$$(V_{IDEAL} - V_{ACTUAL}\,/\,V_{IDEAL}) \cdot 100\%, \qquad (3)$$

где V_{ACTUAL} — фактическое значение напряжения,

или

$$(1 - (1 + K)(R_S + R/K)\,/\,(R_S + R + R/K))\;100\%\,. \qquad (4)$$

Самая высокая погрешность измерений будет при значении (1 + K) = 1000.

Для определения значения напряжения IN HI при использовании эквивалентной схемы, изображенной на рис. 2.2, с, справедливо уравнение (1). Однако напряжение на выв. IN LO будет определяться формулой:

$$(R_S\,/\,(R_S + R + R/K))V_{IN}\,. \qquad (5)$$

Если объединить уравнения (1) и (5), получим:

$$V_{MEAS} = V_{IN\ HI} - V_{IN\ LO} = (R/K / R_S + R + R/K)V_{IN}\ . \qquad (6)$$

А погрешность измерений в процентах составит:

$$(1 - (1 + K)\ R/K)\ /\ (R_S + R + R/K))\ 100\%\ . \qquad (7)$$

Используя приведенные значения R_S, (1 + K) и R, получим наибольшее значение погрешности измерений, равное 0,1%. Погрешность можно снизить, если уменьшить величину проходного сопротивления ключей. Расчеты показывают, что в наихудшем случае ошибка, зависящая от сопротивления ключа при преобразовании может составить один отсчет последней значащей цифры на верхнем пределе измерения.

2.3. Индикация состояния батареи питания

Как было отмечено выше, стандартным источником питания для мультиметров на основе АЦП серии 7106 является батарейка типа «Крона» или 6F22 напряжением 9 В. Для индикации ее разряженного состояния с помощью схемы, изображенной на рис. 2.3, на соответствующий сегмент индикатора LCD подается напряжение сигнализации разряда.

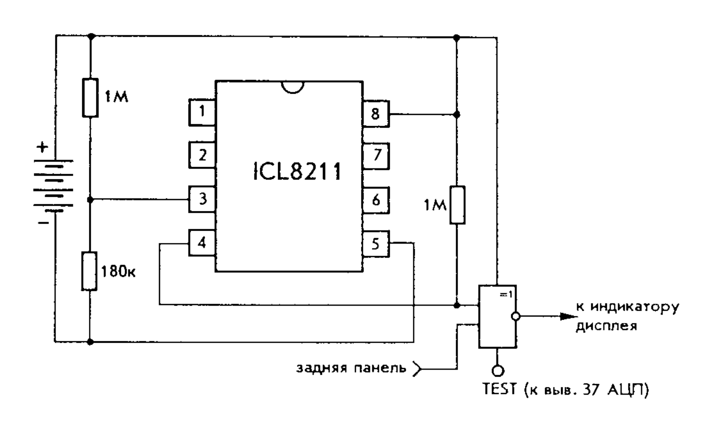


Рис. 2.3. Схема индикации разряда батареи

2.4. Измерение сопротивления, проводимости и тока

Функция измерения сопротивления и проводимости на основе АЦП серии 7106 реализуется очень просто. На рис. 2.4 изображен один из вариантов измерителя сопротивления. R_{STD} — это высокоточный (прецизионный) резистор, R_X — резистор, сопротивление которого необходимо измерить. На дисплее будут отображены показания, равные

$$(R_X / R_{STD}) \times 1000 .$$

Для построения омметра с широким пределом измерений необходимо использовать несколько прецизионных резисторов.

Для того, чтобы измерить проводимость, следует поменять местами резисторы R_{STD} и R_X.

Простой измеритель тока может быть построен в соответствии со схемой, изображенной на рис. 2.5. Низкое значение тока утечки АЦП (максимум — 10^{-12} А) позволяет измерять малые токи величиной от нескольких пикоампер и выше. Ограничения на точность измерения малых токов накладывает только ток утечки переключателя и точность прецизионных резисторов.

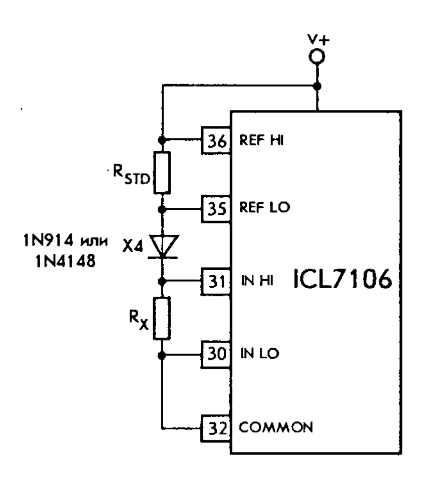


Рис. 2.4. Схема измерения сопротивления

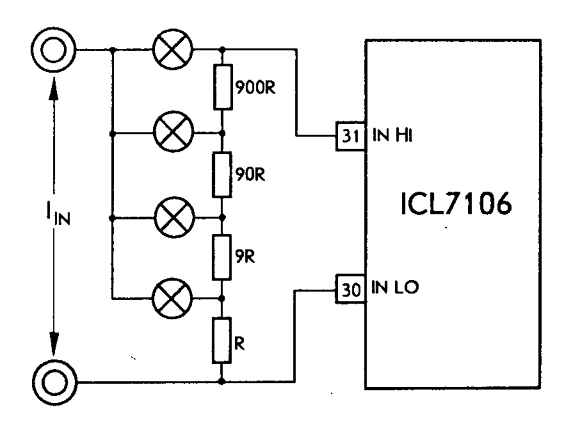
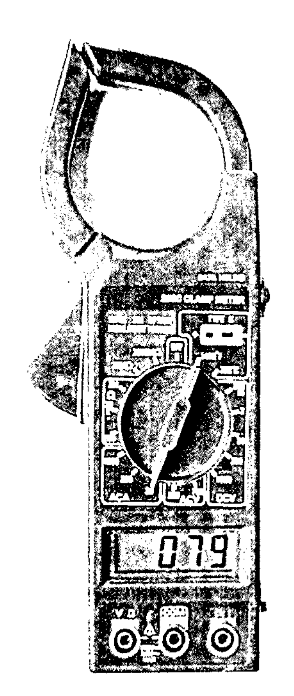


Рис. 2.5. Схема измерения тока

3. Основные характеристики мультиметров



3.1. Мультиметры серии 266



Основные характеристики:

Мультиметры серии 266 имеют LCD с разрядностью $3^{1}/_{2}$. Их особенностью является то, что они сочетают в себе как простой мультиметр, так и токовые клещи, обеспечивающие измерение переменного тока больших величин без разрыва цепи. Высота цифр LCD составляет 13 мм. Максимально индицируемое число — 1999. Базовая погрешность составляет: при измерениях напряжения постоянного тока — ±0,5%; напряжения переменного тока — ±1,2%; величины переменного тока — ±2,5%; сопротивления — ±1%; температуры — ±3%(266C); частоты — ±1%(266F). Обеспечивается индикация разряда батареи «BAT».

Габариты приборов составляют 230x70x37 мм. В комплект поставки входят мультиметр, измерительные щупы, батарея, руководство по эксплуатации на русском языке, упаковочная коробка.

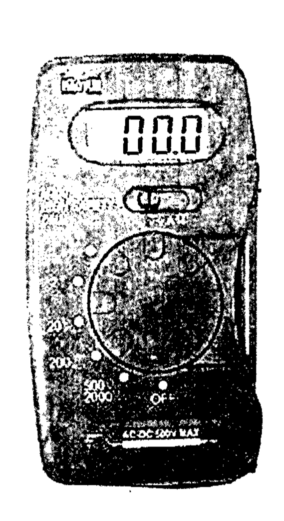
Основные параметры приборов серии 266 приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Параметры	Модель		
	266	266C	266F
Диапазон измерения напряжения постоянного тока	200 мВ ... 1000 В		
Диапазон измерения напряжения переменного тока	200 В ... 1000 В		
Диапазон измерения переменного тока	20 А ... 1000 А		
Диапазон измерения сопротивления	200 Ом ... 2 МОм		
Диапазон измерения частоты	нет	нет	0 ... 2 кГц
Диапазон измерения температуры	нет	-40 ... +750°С	нет
Напряжение источника питания	9 В		
Тип источника питания	Батарея "Крона", 6F22		
Дополнительные возможности	нет	Измерение температуры	Измерение частоты

3.2. Мультиметры серии 300 и 320


Основные характеристики:



Мультиметры типов М300, М320 имеют LCD с разрядностью $3^1/_2$. Они отличаются малыми размерами и относятся к категории карманных, что обеспечивает удобства при проведении измерений. Небольшая цена сделала эти мультиметры доступными широкому кругу радиолюбителей. Базовая погрешность составляет: при измерении напряжения постоянного тока — 0,5%; напряжения переменного тока — 1,2%; величины постоянного тока — 1,5%; со-

противления — 1,0%. Обеспечивается режим тестирования диодов и звуковой прозвонки.

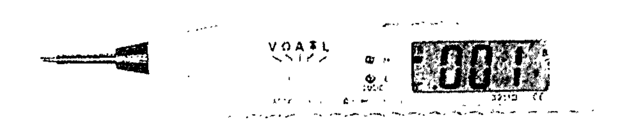
Габариты прибора составляют 120x70x18 мм. Вес с батареей питания — 110 г. В комплект поставки входят мультиметр, измерительные щупы, батарея, руководство по эксплуатации, упаковочная коробка.

Основные параметры мультиметров типов М300 и М320 приведены в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Параметры	Модель	
	М300	М320
Диапазон измерения напряжения постоянного тока	2 В ... 500 В	4 В ... 600 В
Диапазон измерения напряжения переменного тока	2 В ... 500 В	4 В ... 600 В
Диапазон измерения постоянного тока	0 ... 200 мА	40 ... 400 мА
Диапазон измерения сопротивления	2 кОм ... 2 МОм	400 Ом ... 4 МОм
Допустимое сопротивление, при котором работает режим прозвонки	менее 1000 Ом	
Напряжение источника питания	12 В	3 В
Тип источника питания	Элемент GP23A	2 элемента GP23A
Дополнительные возможности	Диодный тестер, звуковая прозвонка	

3.3. Мультиметры серии 3211D



Мультиметр с автоматическим выбором предела измерений типа 3211D имеет LCD с разрядностью $3^1/_2$. С ним легко работать одной рукой. Максимально индицируемое число — 1999. Базовая погрешность составляет: при измерениях напряжения постоянного тока — ±0,5%; напряжения переменного тока — ±0,8%; величины постоянного тока — ±1,5%; величины переменного тока — ±2,5%; сопротивления — ±0,8%. Обеспечивается индикация разряда батареи — «BAT» и перегрузки — «1».

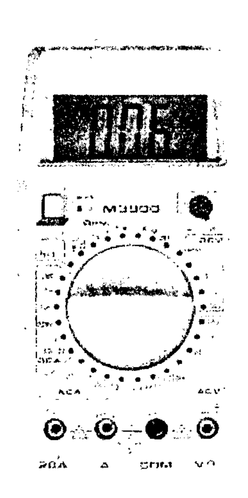
Габариты прибора составляют 185x31x22 мм. Вес 90 г. В комплект поставки входят мультиметр, измерительные щупы, батарея, руководство по эксплуатации, упаковочная коробка.

Основные параметры мультиметра 3211D приведены в табл. 3.3.

Таблица 3.3

Параметры	
Диапазон измерения напряжения постоянного тока	200 мВ ... 500 В
Диапазон измерения напряжения переменного тока	2 В ... 500 В
Диапазон измерения постоянного тока	0 ... 200 мА
Диапазон измерения переменного тока	0 ... 200 мА
Диапазон измерения сопротивления	200 Ом ... 20 МОм
Допустимое сопротивление при котором работает режим прозвонки	менее 1000 Ом
Напряжение источника питания	9 В
Тип источника питания	Батарея "Крона", 6F22
Дополнительные возможности	Звуковая прозвонка, диодный тестер, логический пробник

3.4. Мультиметры серии 3900



Основные характеристики:

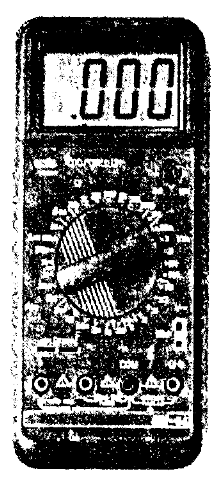
Мультиметры серии 3900 имеют LCD с разрядностью $3^1/_2$. Высота цифр ЖКИ составляет 22 мм. Максимальное индицируемое число — 1999. Базовая погрешность составляет: при измерениях напряжения постоянного тока — ±0,5%; напряжения переменного тока — ±0,8%; величины постоянного тока — ±1,2%; величины переменного тока — ±1,8%; сопротивления — ±0,5.

Габариты прибора — 172x88x36 мм.

Таблица 3.4

Параметры	
Диапазон измерения напряжения постоянного тока	200 мВ ... 1000 В
Диапазон измерения напряжения переменного тока	200 мВ ... 1000 В
Диапазон измерения постоянного тока	20 мкА ... 10 А
Диапазон измерения переменного тока	20 мкА ... 10 А
Диапазон измерения сопротивления	200 Ом ... 20 МОм
Диапазон измерения коэффициента усиления транзисторов по току	1 ... 1000
Допустимое сопротивление, при котором работает режим прозвонки	менее 1000 Ом
Напряжение источника питания	9 В
Тип источника питания	Батарея "Крона", 6F22
Дополнительные возможности	Звуковая прозвонка, диодный тестер

3.5. Мультиметры серии MY61, MY62, MY64, MY68



Основные характеристики:

Мультиметры серии MY61, MY62, MY64, MY68 имеют LCD с разрядностью $3^1/_2$ и 32 диапазона измерений. Высота цифр LCD составляет 22 мм. Максимально индицируемое число — 1999. Базовая погрешность составляет: при измерении напряжения постоянного тока — ±0,5...0,8%; напряжения переменного тока — ±0,8...1,2%; силы постоянного тока — ±0,8...2%; силы переменного тока — ±1...3%; сопротивления — ±0,3...5%; емкости — ±4,0%, частоты — ±1,5%. Обеспечивается индикация разряда батареи «BAT» и перегрузки «1».

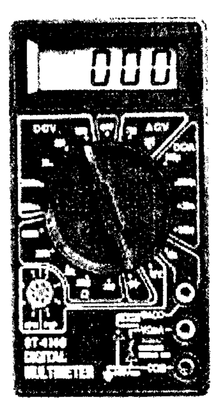
Габариты приборов составляют 189x91x31,5 мм. Вес — 310 г. В комплект поставки входят мультиметр, измерительные щупы, батарея, руководство по эксплуатации, упаковочная коробка. Основные параметры приведены в табл. 3.5.

Таблица 3.5

Параметры	Модель			
	MY61	MY62	MY64	MY68
Диапазон измерения напряжения постоянного тока	200 мВ ... 700 В	200 мВ ... 1000 В		326 мВ ... 1000 В
Диапазон измерения напряжения переменного тока	200 мВ ... 1000 В	200 мВ ... 700 В	2 В ... 700 В	3,26 В ... 700 В
Диапазон измерения постоянного тока	2 мА ... 10 А		2 мА ... 20 А	326 мА ... 10 А
Диапазон измерения переменного тока	20 мА ... 10 А		20 мА ... 20 А	326 мА ... 10 А
Диапазон измерения сопротивления	200 Ом ... 200 МОм			326 Ом ... 32,6 МОм
Диапазон измерения емкости	2 нФ ... 20 мкФ			326 нФ ... 32,6 мкФ
Диапазон измерения частоты	нет	нет	20 кГц	32,6 ... 150 кГц
Диапазон измерения температуры	нет	-20 ... +1000	-20 ... +1000	нет
Диапазон измерения коэффициента усиления транзисторов по току	1 ... 1000			нет
Допустимое сопротивление, при котором работает режим прозвонки	менее 30 Ом			
Напряжение источника питания	9 В			
Тип источника питания	Батарея "Крона", 6F22			
Дополнительные возможности	Диодный тестер, автоматическое отключение, звуковая прозвонка			Автовыбор предела



3.6. Мультиметры серии 830, 830D



Основные характеристики:

Мультиметры серии 830 имеют LCD с разрядностью $3^1/_2$. Высота цифр LCD составляет 13 мм. Максимально индицируемое число — 1999. Базовая погрешность составляет: при измерении напряжения постоянного тока — 0,5%; напряжения переменного тока — 1,2%; величины постоянного тока — 1%; сопротивления — 0,8%. Обеспечивается индикация разряда батареи «BAT» и перегрузки «1».

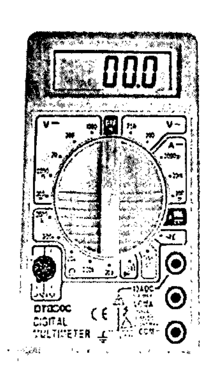
Габариты приборов составляют 125x65x28 мм. Вес — 180 г. В комплект поставки входят мультиметр, измерительные щупы, батарея, руководство по эксплуатации на русском языке, упаковочная коробка.

Это одна из самых популярных моделей мультиметров. Кроме описываемых выпускаются приборы этой же серии с другими буквенными индексами, которые незначительно отличаются между собой. Основные параметры приведены в табл. 3.6.

Таблица 3.6

Параметры	Модель	
	830	830D
Диапазон измерения напряжения постоянного тока	0,1 мВ ... 1000 В	
Диапазон измерения напряжения переменного тока	1 мВ ... 750 В	
Диапазон измерения постоянного тока	1 мА ... 10 А	0,1 мА - 10 А
Диапазон измерения сопротивления	0,1 Ом ... 2 МОм	
Диапазон измерения коэффициента усиления транзисторов по току	до 1000	
Допустимое сопротивление, при котором работает режим прозвонки	менее 1000 Ом	
Напряжение источника питания	9 В	
Тип источника питания	Батарея "Крона", 6F22	
Дополнительные возможности	Диодный тестер, звуковая прозвонка	

3.7. Мультиметры серии 832



Основные характеристики:

Мультиметры серии 832 имеют LCD с разрядностью $3^1/_2$. Высота цифр LCD составляет 22 мм. Максимально индицируемое число — 1999. Базовая погрешность составляет: при измерениях напряжения постоянного тока — 0,5%; напряжения переменного тока — 1,2%; величины постоянного тока — 1,0%; величины переменного тока — 2%; сопротивления — 0,8%.

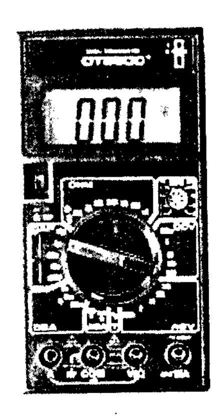
Габариты прибора составляют 126x70x28 мм. Вес — 150 г. Внешний вид прибора аналогичен модели DT830C. В комплект поставки входят мультиметр, измерительные щупы, батарея, руководство по эксплуатации, упаковочная коробка. Основные параметры приведены в табл. 3.7.

Таблица 3.7

Параметры	
Диапазон измерения напряжения постоянного тока	200 мВ ... 500 В
Диапазон измерения напряжения переменного тока	200 В ... 750 В
Диапазон измерения постоянного тока	200 мА ... 10 А
Диапазон измерения сопротивления	200 Ом ... 2 МОм
Допустимое сопротивление, при котором работает режим прозвонки	менее 1000 Ом
Напряжение источника питания	9 В
Тип источника питания	Батарея "Крона", 6F22
Дополнительные возможности	Звуковая прозвонка, встроенный генератор импульсов



3.8. Мультиметры серии 838



Основные характеристики:

Мультиметры серии 838 имеют LCD с разрядностью $3^1/_2$. Высота цифр LCD составляет 22 мм. Максимально индицируемое число — 1999. Базовая погрешность составляет: при измерениях напряжения постоянного тока — 0,5%; напряжения переменного тока — 1,2%; силы постоянного тока — 1,0%; силы переменного тока — 2%; сопротивления — 0,8%; температуры — 3,0%.

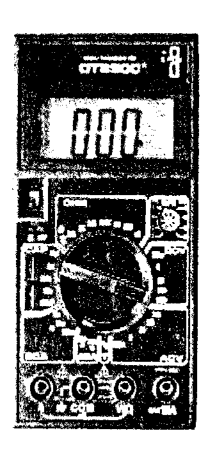
Габариты прибора составляют 126x70x28 мм. Вес — 150 г. В комплект поставки входят мультиметр, измерительные щупы, батарея, руководство по эксплуатации, термопара К-типа, упаковочная коробка. Основные параметры приведены в табл. 3.8.

Таблица 3.8

Параметры	
Диапазон измерения напряжения постоянного тока	200 мВ ... 500 В
Диапазон измерения напряжения переменного тока	200 В ... 600 В
Диапазон измерения постоянного тока	200 мА ... 10 А
Диапазон измерения сопротивления	200 Ом ... 2 МОм
Диапазон измерения температуры	-40 ... +1000°С
Допустимое сопротивление, при котором работает режим прозвонки	менее 1000 Ом
Напряжение источника питания	9 В
Тип источника питания	Батарея "Крона", 6F22
Дополнительные возможности	Звуковая прозвонка

3.9. Мультиметры серии 890

Основные характеристики:



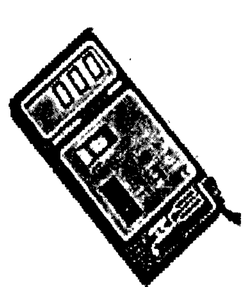
Мультиметры серии 890 имеют ЖКИ с разрядностью $3^1/_2$ и 32 диапазона измерений. Высота цифр LCD составляет 22 мм. Максимально индицируемое число — 1999. Базовая погрешность составляет: при измерениях напряжения постоянного тока — ±0,5%; напряжения переменного тока — ±0,8%; силы постоянного тока — ±0,8...2%; силы переменного тока — ±1,0...3,0%; сопротивления — ±0,8...5%; емкости — ±4,0, частоты — ±1,5%. Обеспечивается индикация разряда батареи «ВАТ» и перегрузки «1».

Габариты приборов составляют 170x88x38 мм. Вес — 340 г. В комплект поставки входят мультиметр, измерительные щупы, батарея, руководство по эксплуатации, упаковочная коробка. Основные параметры приведены в табл. 3.9.

Таблица 3.9

Параметры	Модель			
	890F	890G	890C+	890D
Диапазон измерения напряжения постоянного тока	200 мВ ... 1000 В			
Диапазон измерения напряжения переменного тока	200 В ... 700 В			
Диапазон измерения постоянного тока	2 мА ... 10 А			
Диапазон измерения переменного тока	20 мА ... 10 А			
Диапазон измерения сопротивления	200 Ом ... 200 МОм			
Диапазон измерения емкости	2 нФ ... 20 мкФ			
Диапазон измерения частоты	2 ... 20 кГц		нет	
Диапазон измерения температуры	нет	-50 ... +1000	-50 ... +1000	нет
Диапазон измерения коэффициента усиления транзисторов по току	1 ... 1000			
Допустимое сопротивление, при котором работает режим прозвонки	менее 30 Ом			
Напряжение источника питания	9 В			
Тип источника питания	Батарея "Крона", 6F22			
Дополнительные возможности	Диодный тестер, звуковая прозвонка			

3.10. Мультиметры серии 90, 93А



Основные характеристики:

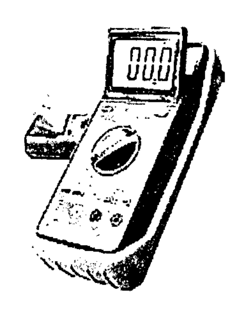
Мультиметры серии М93/М93А имеют LCD с разрядностью $3^1/_2$. Они отличаются малыми размерами, сравнимыми с размерами записной книжки. Базовая погрешность составляет: при измерениях напряжения постоянного тока — 0,5%; напряжения переменного тока — 1,2%; величины постоянного тока — 1,5%; сопротивления — 0,8%. Обеспечивается режим тестирования диодов и звуковой прозвонки (только для М93А). Имеется встроенная защита от перегрузок.

Габариты прибора составляют 108х57х12,5 мм. Вес 100 г, включая батарею. В комплект поставки входят мультиметр, измерительные щупы, батарея, руководство по эксплуатации, упаковочная коробка. Основные параметры приведены в табл. 3.10.

Таблица 3.10

Параметры	
Диапазон измерения напряжения постоянного тока	2 В ... 400 В (500 В для М93А)
Диапазон измерения напряжения переменного тока	200 В ... 400 В (500 В для М93А)
Диапазон измерения постоянного тока	0 ... 200 мА
Диапазон измерения сопротивления	2 кОм ... 20 МОм
Допустимое сопротивление, при котором работает режим прозвонки	менее 1000 Ом
Напряжение источника питания	9 В
Тип источника питания	GP10A - 1 шт. или SR45 - 6 шт.
Дополнительные возможности	Звуковая прозвонка (для М93А), защита от перегрузок

3.11. Мультиметры серии 9502



Основные характеристики:

Мультиметры серии 9502 имеют LCD с разрядностью 3,5 и 32 диапазона измерений. Высота цифр LCD составляет 22 мм, и для удобства пользования его положение относительно плоскости передней панели мультиметра можно изменять до угла в 70°. Максимально индицируемое число — 1999. Базовая погрешность составляет: при измерениях напряжения постоянного тока — ±0,5%; напряжения переменного тока — ±0,8%; силы постоянного тока — ±0,8...2%; силы переменного тока — ±1,0...3,0%; сопротивления — ±0,8...5%; емкости — ±4,0%. Обеспечивается индикация разряда батареи — «ВАТ» и перегрузки — «1».

Габариты приборов составляют 192x91x42 мм. Вес — 380 г. В комплект поставки входят мультиметр, измерительные щупы, батарея, руководство по эксплуатации, упаковочная коробка. Основные параметры приведены в табл. 3.11.

Таблица 3.11

Параметры	
Диапазон измерения напряжения постоянного тока	200 мВ ... 1000 В
Диапазон измерения напряжения переменного тока	200 мВ ... 700 В
Диапазон измерения постоянного тока	2 мА ... 20 А
Диапазон измерения переменного тока	20 мА ... 20 А
Диапазон измерения сопротивления	200 Ом ... 200 МОм
Диапазон измерения емкости	2 нФ ... 20 мкФ
Диапазон измерения коэффициента усиления транзисторов по току	1 ... 1000
Допустимое сопротивление, при котором работает режим прозвонки	менее 30 Ом
Напряжение источника питания	9 В
Тип источника питания	Батарея "Крона", 6F22
Дополнительные возможности	Звуковая прозвонка, диодный тестер, режим DATA HOLD

4. Характерные неисправности и методы их устранения

До начала работ по ремонту следует проверить работоспособность батареи питания. Если она нормальная, то вторая распространенная причина, из-за которой прибор может не работать, — это перегорание внутреннего предохранителя. Он обычно установлен на плате и перегорает при попытке измерить напряжение на «токовом» пределе. В табл. 4.1 приведены наиболее характерные неисправности широко распространенных цифровых мультиметров. Следует знать, что возможна замена АЦП серии 7106 на микросхему отечественного производства типа 572ПВ5. Хорошие результаты дает замена АЦП серии 7106 на АЦП серии 7126, однако в этом случае необходимо заменить некоторые внешние элементы (см. гл. 1.5).

Таблица 4.1

Неисправность	Вероятная причина	Ремонт
LCD на всех пределах показывает случайные числа, намного большие нуля	Неисправен АЦП	Заменить
Завышены показания ЦММ	Разряжена батарея питания	Заменить
Температура (M838, M890C+, G, MY62, 64) измеряется только с термопарой	Неисправен предохранитель на 200 мА	Заменить
Не работают отдельные сегменты LCD	Плохой прижим LCD	Устранить
ЦММ серии 830: при измерении напряжений показания завышены	1. неисправен R6 2. неисправен R5	Заменить. Дополнительно проверить C6 и Q на пробой
При измерении напряжений на верхних пределах сильно занижены показания	Пробой или утечка C6	Проверить заменой
При измерении сопротивлений на нижних пределах искажается отсчет	Дефект C3, C5	Проверить заменой
При измерении напряжения переменного тока показания меняются в пределах 20 .. 40 ед.	Потеря емкости C3	Проверить заменой
При измерении сопротивлений LCD показывает нули	Пробой транзистора Q1	Заменить
Искажены показания при измерении сопротивлений	Неисправен терморезистор PTC	Возможна временная замена на обычный резистор
Прибор долго устанавливает показания	Дефект C3	Проверить заменой
На всех пределах LCD показывает "0"	Неисправен АЦП, проверить качество пайки, отсутствие замыканий	При исправном АЦП напряжение между выв. 1 и выв. 32 составляет 3 В
ЦММ серий 890: нет обнуления при измерении частоты, искажены показания на других пределах	Неисправна микросхема IC8 - 7555	Проверить заменой

При ремонте мультиметров следует знать, что на практике встречаются приборы с разной маркировкой, которые построены по одинаковой схеме в соответствии с их серией. Например, ЦММ M838 выпускается фирмой MASTECH, а DT-838 — фирмой Zhangzhou Huayu Co., Ltd, и т.д. Ниже приведены характерные неисправности, касающиеся цифровых мультиметров на основе АЦП серии 7106.

При превышении определенного уровня входного напряжения показания отличаются от действительных.

Необходимо проверить форму сигнала на выв. 27 АЦП. Не должно быть искажений линейного участка синусоиды в виде выбросов положительной или отрицательной полярности. Возможно малы значения R_{INT} и C_{INT} или частоты задающего генератора.

При измерении напряжения, если изменить полярность подключения щупов, величина измеренного напряжения отличается от первоначальной.

Такая неисправность устраняется правильным подбором интегрирующего конденсатора, подключенного к выв. 27 (см. рекомендации выше). Другой причиной может быть малая величина емкости конденсатора C_{REF} или высокое значение паразитной емкости относительно выводов этого конденсатора и общим проводом.

При постоянной величине входного напряжения дисплей отображает его как меняющееся.

Следует проверить цепь от выв. 32 (COMMON). Если используется внутренний источник опорного напряжения, этот вывод не должен быть заземлен, в противном случае он должен быть подключен к выв. 35 (REF LO).

Показания дисплея не постоянны при измерении неменяющегося напряжения, при этом они изменяются в нескольких разрядах.

Следует проверить цепь от выв. 32 (COMMON). При использовании внешнего источника опорного напряжения между положительным выводом источника питания и выв. 32 должен быть включен гасящий резистор сопротивлением 27 кОм.

При соединенных между собой выводах щупов для измерения напряжения показания дисплея отличаются от нулевых в нескольких разрядах.

Величина опорного конденсатора слишком мала или он имеет недопустимый ток утечки. Обычно используют конденсатор емкостью 1 мкФ с высокими диэлектрическими свойствами.

Показания дисплея блеклые или сегменты отображаются не полностью.

Это может наблюдаться при низком напряжении питания или использовании прибора при температуре ниже 0°С.

Дисплей не работает

К такой неисправности может привести приложение постоянного (не импульсного!) напряжения к сегментам дисплея или десятичной точке. Другая причина — продолжительное подключение вывода TEST к положительному полюсу источника питания при проверке дисплея. В обоих случаях дисплей подлежит замене.

При включении питания на дисплее отображаются цифры 1666, и показания не меняются.

Такая неисправность свидетельствует о неработающем задающем генераторе. Следует проверить его элементы, печатную плату и соединения выв. 38, 39, 40.

Независимо от величины входного напряжения на дисплее отображается знак + или −1, или показания отсутствуют.

Следует проверить, чтобы входное напряжение между выв. 30 и 31 было больше удвоенного опорного напряжения. Также следует проверить, чтобы опорное напряжение между выв. 35 и 36 не было приложено к другим точкам, а также, чтобы опорный конденсатор C_{REF} не замыкал на другие участки схемы.

Для проверки осциллограмм на выводах АЦП следует определить путем сравнения с приведенными ниже вариантами, каким способом в схеме включен АЦП. На рис. 4.1 приведен первый вариант и соответствующие ему осциллограммы, а на рис. 4.2 — второй вариант.

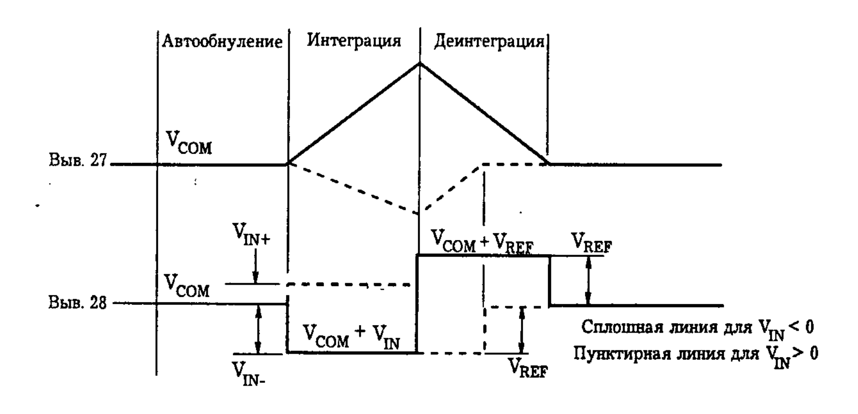


Рис. 4.1. Вариант контрольной осциллограммы на выв. 27, 28 АЦП

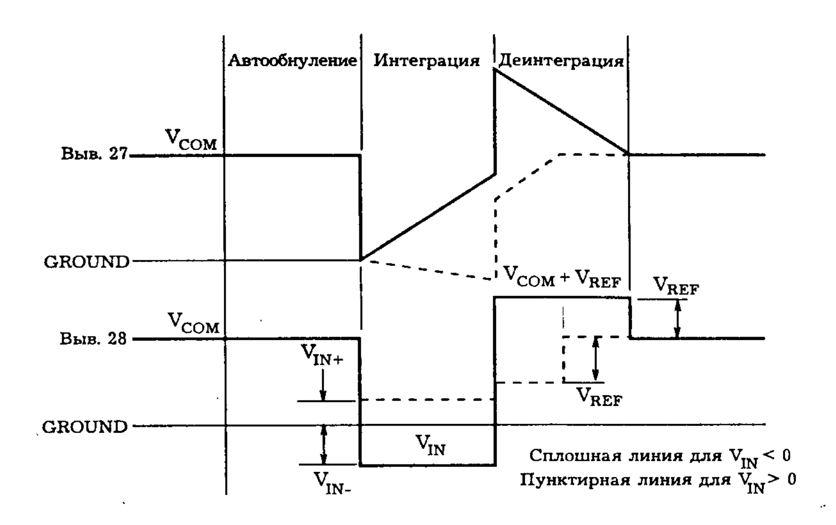


Рис. 4.2. Второй вариант контрольной осциллограммы на выв. 27, 28 АЦП

На рис. 4.3 приведены осциллограммы сигнала синхронизации, на рис. 4.4 — сигнала управления LCD.

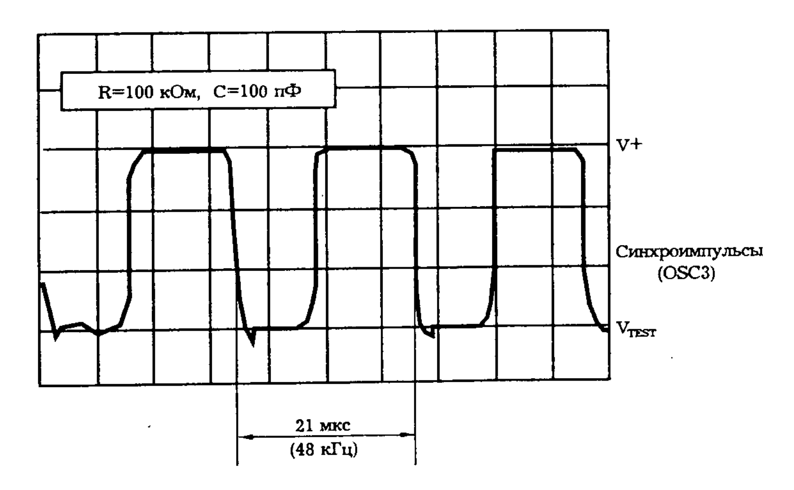


Рис. 4.3. Осциллограмма сигнала синхронизации

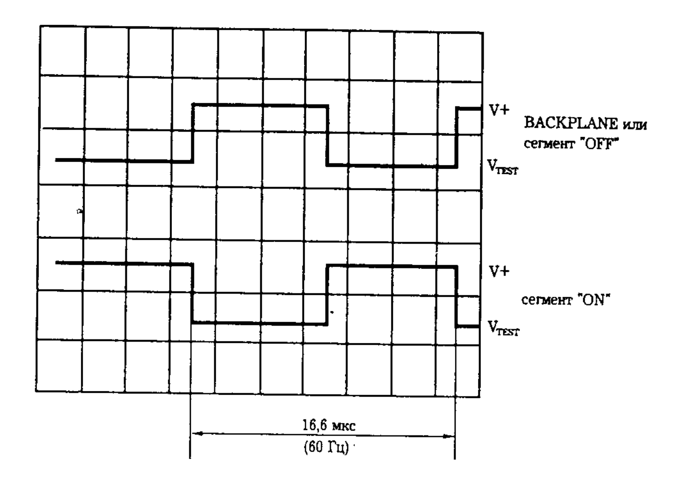


Рис. 4.4. Осциллограмма сигнала управления LCD

Помимо описанных выше неисправностей следует отметить еще два часто встречающихся дефекта:

- при замене предохранителя на исправный, но с большим током, из-за ошибки при выборе предела измерений прибор выходит из строя и восстановлению не подлежит;
- ненадежный контакт при переключении пределов измерений свидетельствует об отслаивании печатных контактных дорожек на плате под переключателем.

5. Специализированные микросхемы для цифровых мультиметров

Японская компания JRC (полное название New Japan Radio Co.Ltd.) выпускает серию специализированных микросхем, представляющих собой незначительно отличающиеся варианты цифрового мультиметра на одном чипе, обеспечивающим управление $3^1/_2$-разрядным LCD. Это микросхемы NJU9207, NJU9208, NJU 9207B. На принципиальных схемах можно встретить либо полное обозначение типа микросхемы, либо сокращенное — только в виде цифр.

Микросхемы NJU9207/08, благодаря своим техническим данным, предназначены в основном для применения в карманных цифровых мультиметрах. Отличие микросхем NJU9208 от микросхем NJU9207 состоит только в расположении выводов. Они повернуты на 90°.

Микросхема NJU9207/08 включает:

- АЦП;
- источник опорного напряжения;
- контроллер;
- генератор;
- детектор состояния батареи питания;
- драйвер LCD.

Возможности микросхемы:

- низкий потребляемый ток (менее 1 мА);
- низкое напряжение источника питания (типовое значение 3 В);
- автовыбор предела измерений;
- функция автоудержания (Data Hold, Range Hold);
- наличие удвоителя и стабилизатора напряжения для работы встроенного драйвера LCD;
- непосредственное управление пьезоэлектрическим зуммером;
- обеспечение индикации состояния батареи питания на LCD.

Микросхемы выполнены по КМОП-технологии в корпусе QFP80. Вид корпуса и расположение выводов показаны на рис. 5.1. На рис. 5.2 изображена структурная схема микросхемы. В табл. 5.1 приведены сведения о нумерации и назначении выводов.

Режимы измерения электрических величин ЦММ на основе микросхемы NJU9207/08 делятся на две группы: режимы с автоматическим и режимы с ручным выбором предела измерений. Автовыбор предела измерений производится при измерении напряжения постоянного тока в диапазоне 200 мВ ... 2000 В (пять пределов), напряжения переменного тока в диапазоне 2 В...2000 В (четыре предела), сопротивления в диапазоне 100 Ом...20 МОм (шесть пределов). При измерении тока предел измерения выбирают вручную. Диапазон измерения как постоянного, так и переменного тока составляет 2 мА...20 А и делится на пять поддиапазонов.

Выбор режима измерений обеспечивается состоянием уровней на выв. FC1-FC4 (табл. 5.2). Для изменения такого состояния можно применить механический переключатель. При изменении состояния на одном из выводов FC1-FC4 по спаду импульса напряжения формируется звуковой сигнал длительностью 31,25 мс и частотой 2 кГц. Этот сигнал воспроизводится зуммером. Сигнал сброса системы (RESET) формируется по фронту или спаду импульсов на выв. FC1-FC4.

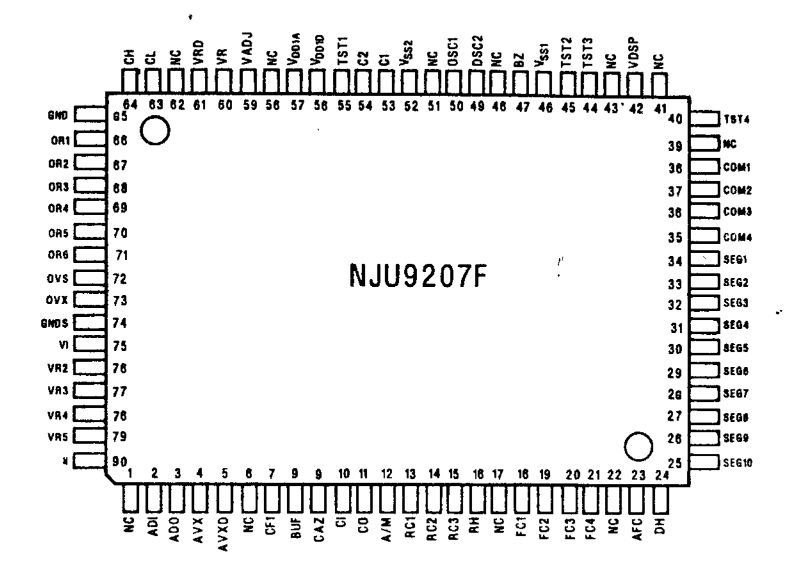


Рис. 5.1. Схема расположения выводов микросхемы NJU9207

ADI ADO AVX BUF AVXD CAZ CI CO DH

Интегратор
Компаратор
Детектор напряжения батареи
Аналоговый переключатель
Входной селектор
Драйвер LCD
Защелка
Аналоговый переключатель
Контроллер
Источник опорного напряжения
Стабилизатор
Драйвер зуммера
Формирователь синхроимпульсов
Преобразователь напряжения
Схема управления выбором режима и предела измерений
Задающий генератор
Источник питания

OVX OVS OR1 OR2 OR3 OR4 OR5 OR6 VI VR2 VR3 VR4 VR5 Ω CL CH VADJ VRD VR BZ CFI GNDS TST1 TST2 TST3 TST4

SEG1 SEG2 SEG3 SEG4 SEG5 SEG6 SEG7 SEG8 SEG9 SEG10 COM1 COM2 COM3 COM4 VDSP V_{SS2} C1 C2 V_{SS1} V_{DD1A} V_{DD1D} GND

AFC A/M RC1 RC2 RC3 RH FC1 FC2 FC3 FC4 OSC1 OSC2

Рис. 5.2. Структурная схема микросхемы NJU9207

Таблица 5.1.

NJU9207	NJU9207B	Обозначение	Назначение
2 3	62 63	ADI ADO	Вход выпрямителя Выход выпрямителя
4 5	64 65	AVX AVXD	Входная клемма при измерении напряжения (+ при изм. напр. пост. тока) Входна клемма при измерении напряжения (- при изм. напр. пост. тока)
7	67	CF1	Вывод для подключения помехоподавляющего конденсатора
8	68	BUF	Выход буферного усилителя
9 10 11	69 70 71	CAZ CI CO	Вывод для подключения конденсатора автообнуления Вывод для подключения интегрирующего конденсатора Выход компаратора
12	72	A/M	Выбор режима переключения предела измерений: A - автом. (лог. 1), M -ручной (лог. 0)
13-15	73-75	RC1-RC3	Выводы переключения пределов измерений
16 24	76 4	RHDH	Вывод установки режима удержания - RANGE HOLD (лог. 0) Вывод удержания показаний LCD - DISPLAY DATA HOLD
18-21	79-80, 1	FC1-FC4	Выбор режима измерений
23	3	AFC	Выбор ограничения предела измерений (лог. 1 - ограниченный, лог. 0 - полный)
34-25 38-35 42	14-5 18-15 22	SEG1-10 COM1-4 VDSP	Выходы управления сегментами LCD Общие выходы драйвера LCD Выход управления мониторингом напряжения
47	27	BZ	Выход драйвера управления зуммером
49, 50	29, 30	OSC1, OSC2	Выводы для подключения кварцевого резонатора
53, 54	33, 34	C1, C2	Выводы для подключения конденсатора удвоителя напряжения
59 60 61	39 40 41	VADJ VR VRD	Вывод для регулировки опорного напряжения Выход опорного напряжения Выход мониторинга напряжения
63, 64	43, 44	CL, CH	Выводы для подключения опорного конденсатора
66-71 72 73	46-51 52 53	OR1-6 0V S 0V X	Выводы для подключения опорных резисторов при изм. сопротивления Вход опорного напряжения при измерении сопротивления Вход измеряемого напряжения в режиме измерения сопротивления
75	55	VI	Вход измеряемого напряжения
76-79	56-59	VR2-VR5	Выводы для подключения стабилизирующих нагрузочных резисторов
80	60	I I	Вход измерения тока
55, 45, 44, 40	32, 25, 24, 20	TST1,2,3,4	Тестовые выводы
46 52 56 57 65 74	26 32 36 37 45 54	V_{SS1} V_{SS2} V_{DD1D} V_{DD1A} GND GNDS	Земляной вывод аналоговой и цифровой части схемы - 0 В Вывод управляющего напряжения LCD Напряжения питания цифровой части схемы - -3 В Напряжение питания аналоговой части схемы - +3 В Средняя точка птания аналоговой части схемы - +1,5 В Относительный земляной вывод при операции интегрирования

При изменении режима измерения установка его предела зависит от состояния уровня на выв. AFC (табл. 5.3). При этом на LCD высвечивается соответствующая значащая точка — P1, P2 или P3 (рис. 5.3).

Таблица 5.2.

Режим измерений	Логическое состояние			
	FC1	FC2	FC3	FC4
U пост. (DCV)	1	1	1	1
U пер. (ACV)	0	1	1	1
I пост. (DCI)	0	0	1	1
I пер. (ACI)	0	1	0	1
Сопротивление	1	0	0	0
Проверка диодов	1	0	0	0
Прозвонка цепи (CONTI)	1	1	1	0

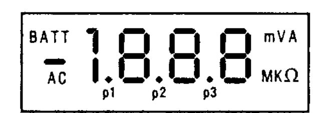


Рис. 5.3. Внешний вид LCD

Таблица 5.3

Режим измерений	AFC: лог.0		AFC: лог. 1	
	Предел	Значащая точка	Предел	Значащая точка
U пост. (DCV)	200 mV	P1	2 V	P3
U пер. (ACV)	2 V	P3	2 V	P3
I пост. (DCI)	200 mA	P1	200 mA	P1
I пер. (ACI)	200 mA	P1	200 mA	P1
Сопротивление	200 Ohm	P1	2 kOhm	P3
Проверка диодов	2 V	P3	2 V	P3
Прозвонка цепи (CONTI)	2 kOhm	P3	2 kOhm	P3

Если режим измерений изменен в период работы АЦП, сигнал сброса счетчика (COUNTER RESET) формируется внутри микросхемы, и она инициализируется. После этого АЦП снова запускается с цикла автообнуления.

При включении режима прозвонки цепи автоматически устанавливается режим измерения сопротивления на пределе 2 кОм. Если сопротивление проверяемой цепи менее 300 Ом, зуммер издает непрерывный звуковой сигнал, а на LCD отображается значение сопротивления. В режиме проверки диодов также автоматически устанавливается режим измерения сопротивления на пределе 2 кОм, и на диод подается прямое напряжение от источника питания, составляющее 1,5 В.

Для работы в режиме автоматического выбора предела измерений на выв. A/M должен присутствовать уровень лог. 1. Чтобы установить режим автоматического или ручного выбора предела измерения, служит кнопка RANGE CONTROL. Если установлен режим автовыбора, то для перехода в ручной режим необходимо нажать эту кнопку. Время нажатия при этом должно быть менее 1 с. При установленном ручном режиме

нажатие и удержание кнопки на время менее 1 с приведет к изменению предела измерения, а при ее удержании более 1 с происходит переход в режим автовыбора.

В режиме HOLD напряжение низкого уровня на выв. HOLD обеспечивает фиксацию показаний LCD на измеренном значении электрической величины.

При ручном режиме установки предела измерений выбор предела определяется сочетанием уровней напряжения на выв. RC1—RC3 (на выв. A/M при этом должен присутствовать уровень лог. 0). В табл. 5.4. приведены уровни сигналов на выв. RC1—RC3, соответствующие определенному пределу измерений.

Таблица 5.4

RC1	RC2	RC3	DCV	ACV	DCI, ACI	Ohm
1	1	1	RNG2, 2V	RNG1, 2V	RNG1, 2mA	RNG2, 2k
0	1	1	RNG2, 20V	RNG2, 20V	RNG2, 20mA	RNG3, 20k
1	0	1	RNG3, 200V	RNG3, 200V	RNG3, 200mA	RNG4, 200k
0	0	1	RNG4, 2000V	RNG4, 2000V	RNG4, 2000mA	RNG5, 2M
1	1	0	RNG4, 2000V	RNG4, 2000V	RNG5, 20A	RNG6, 20M
0	1	0	RNG1, 200mV	RNG1, 2V	RNG1, 2mA	RNG1, 200

При превышении допустимого предела измерений зуммер выдает сигнал тревоги — прерывистые звуковые сигналы частотой 2 кГц длиной 1/16 с с промежутком в 5/16 с между каждой их парой.

Рис. 5.4 и табл. 5.5 поясняют принципы формирования знаков на LCD.

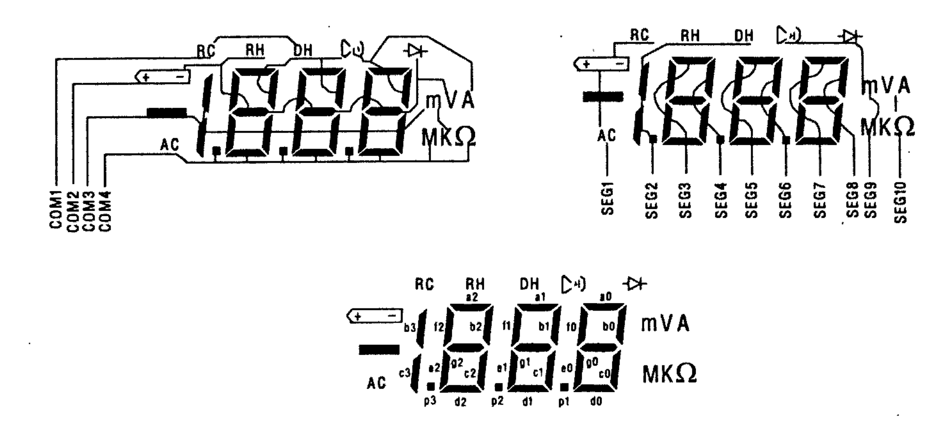


Рис. 5.4. Схема внутренних соединений LCD

Таблица 5.5

	SEG1	SEG2	SEG3	SEG4	SEG5	SEG6	SEG7	SEG8	SEG9	SEG10
COM 1	RC	DH	a2	b2	a1	b1	a0	b0	зуммер	A
COM 2	BATT	RH	f2	g2	f1	g1	f0	g0	диод	V
COM 3	-	b3/c3	e2	c2	e1	c1	e0	c0	m	K
COM4	AC	p3	d2	p2	d1	p1 •	d0		M	Ohm

Значок, отображающий батарею, сигнализирует о том, что напряжение питания составляет менее 1,1...1,3 В, и источник питания необходимо заменить.

Значок минуса отображается тогда, когда при измерении напряжения или силы постоянного тока минус источника приложен к «горячей» клемме прибора, а плюс — к общей.

Буквы RH отображаются в том случае, когда на выв. RH присутствует уровень лог. 0 в режиме автовыбора предела измерений (на выв. A/M — лог. 1).

Буквы RC отображаются в том случае, когда выбор предела в автоматическом режиме определяется состоянием выв. RC1 (на выв. A/M — лог. 1).

При включении мультиметра на основе NJU9207/9208 схема инициализации обеспечивает кратковременную индикацию всех сегментов LCD, выдачу короткого звукового сигнала (около 62,5 мс) зуммером и инициализацию внутренних узлов микросхемы.

На рис. 5.5 приведена типовая схема мультиметра на основе специализированной БИС NJU9207/9208.

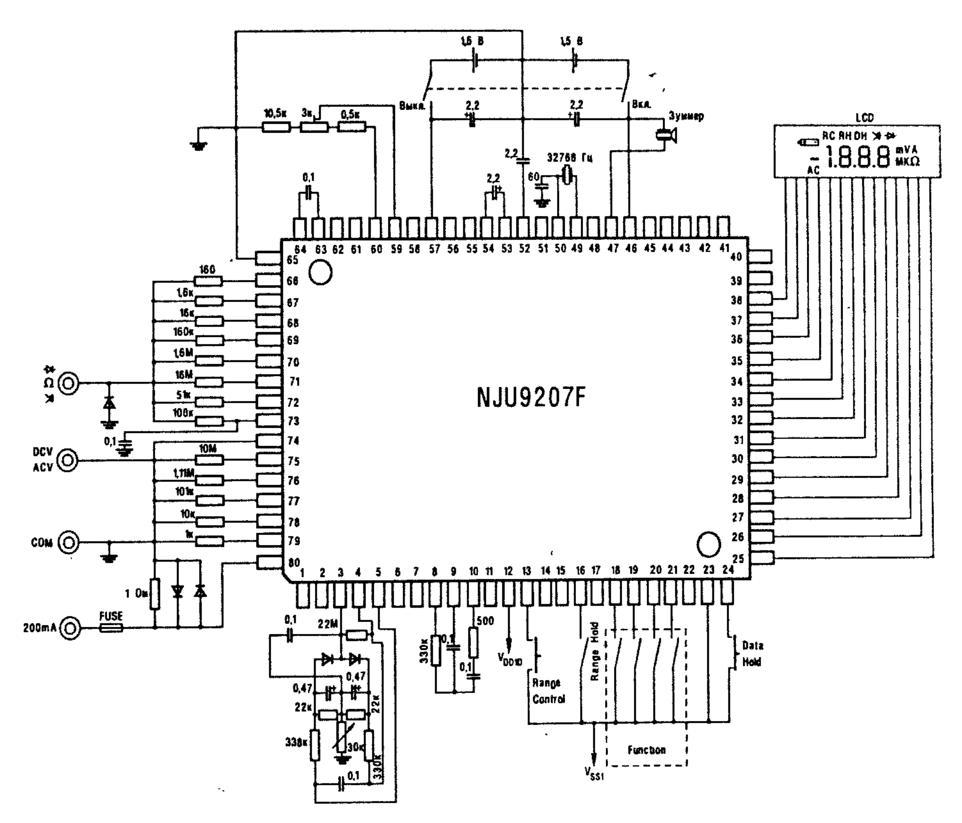


Рис. 5.5. Типовая схема мультиметра на основе микросхемы NJU9207

Кроме БИС NJU9207 выпускается ее модификация — NJU9207B. От первой ее отличает только возможность установки опорного напряжения одной из семи градаций (A, B, C, D, E, F, G) с помощью резистивного делителя напряжения, подключаемого к выв. VADJ и VR.

6. Принципиальные схемы цифровых мультиметров

Принципиальная схема мультиметра M266C — стр. 64-65
Принципиальная схема мультиметра M266F — стр. 66-67
Принципиальная схема мультиметра M300 — стр. 68-69
Принципиальная схема мультиметра M320 — стр. 70-71
Принципиальная схема мультиметра M3211D — стр. 72-73
Принципиальная схема мультиметра M3900 — стр. 74-75
Принципиальная схема мультиметра MY61 — стр. 76-77
Принципиальная схема мультиметра MY62 — стр. 78-79
Принципиальная схема мультиметра MY64 — стр. 80-81
Принципиальная схема мультиметра MY68 — стр. 82-83
Принципиальная схема мультиметра M830B — стр. 84-85
Принципиальная схема мультиметра M832 — стр. 86-87
Принципиальная схема мультиметра M838 — стр. 88-89
Принципиальная схема мультиметра 890C+ — стр. 90-91
Принципиальная схема мультиметра 890D — стр. 92-93
Принципиальная схема мультиметра 890F — стр. 94-95
Принципиальная схема мультиметра 890G — стр. 96-97
Принципиальная схема мультиметра M93 — стр. 98-99
Принципиальная схема мультиметра M93A — стр. 100-101
Принципиальная схема мультиметра M932 — стр. 102-103
Принципиальная схема мультиметра M9502 — стр. 104-105

Приводимые принципиальные схемы относятся к конкретным моделям цифровых мультиметров. Однако они применимы и к другим моделям, относящимся к одной и той же серии. Например, в продаже встречаются мультиметры M832 и DT832, и схемы этих мультиметров одинаковы. Следует также обратить внимание на то, что некоторые производители могут незначительно изменять схемные решения и дизайн мультиметров. При этом в рекламе и описаниях видоизмененных моделей замечаний по произведенным изменениям не приводится. Они рассматриваются не как модификация прибора определенной серии, а как самостоятельная модель.

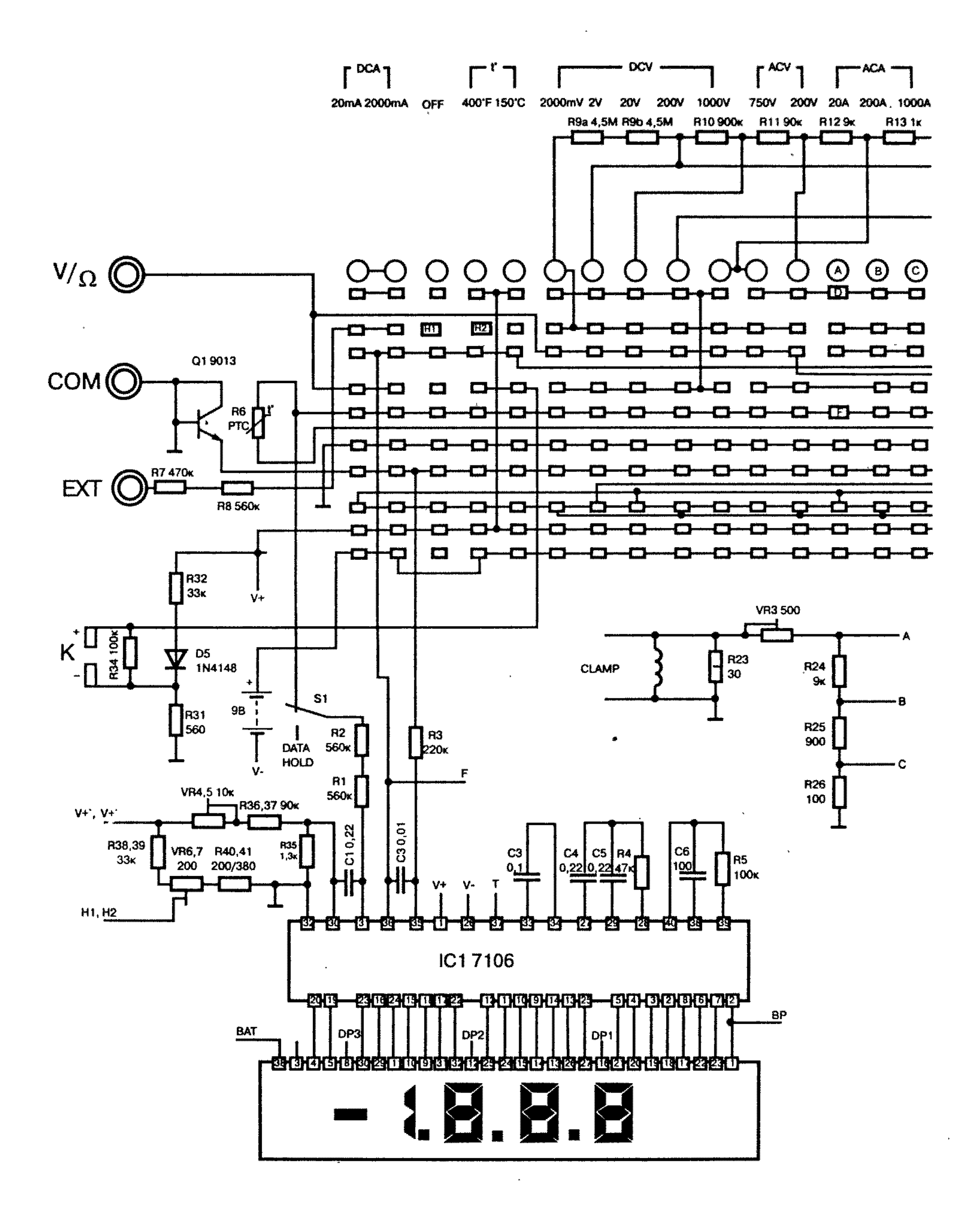


Рис. 6.1. Принципиальная схема мультиметра M266C

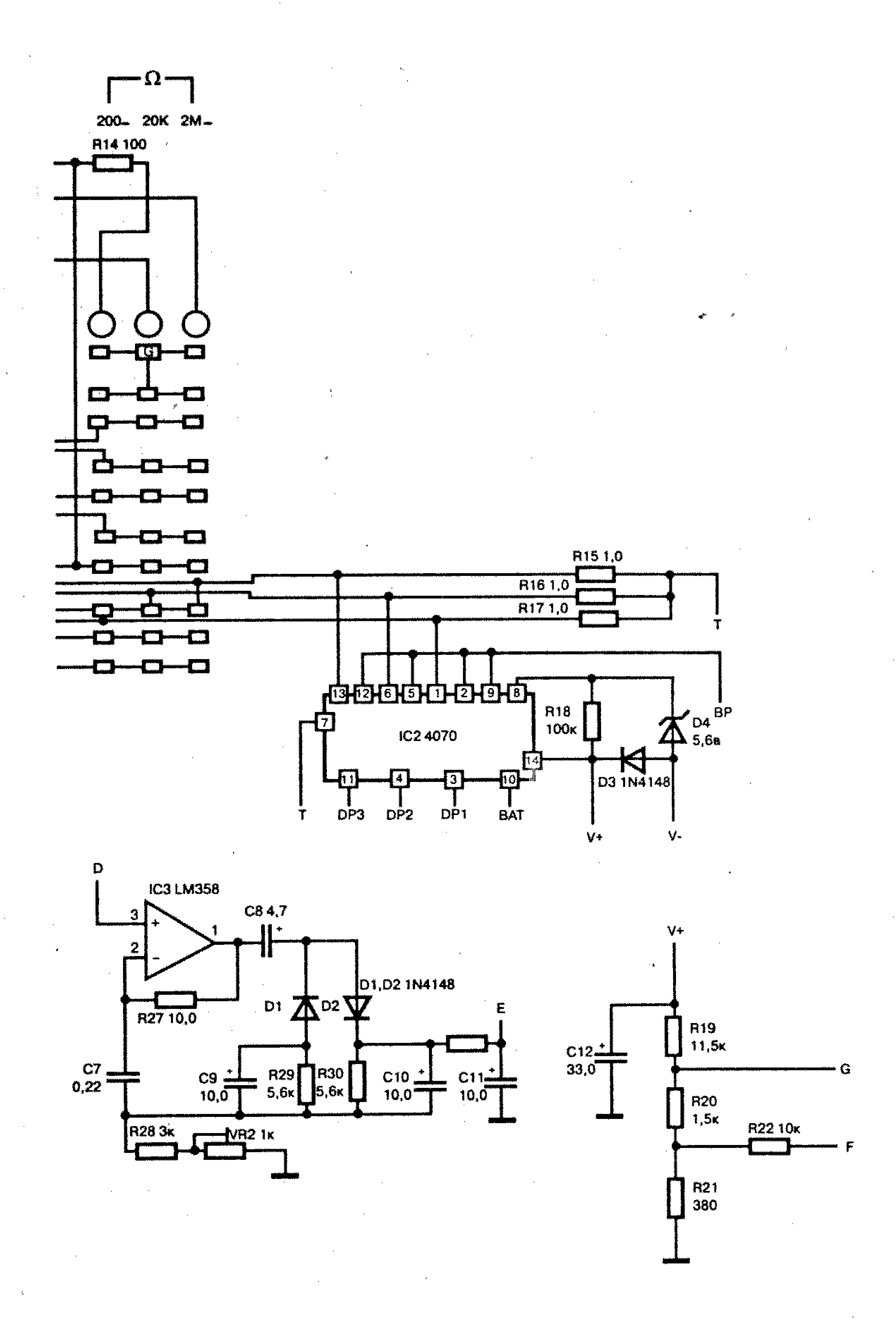


Рис. 6.1. Принципиальная схема мультиметра M266C (продолжение)

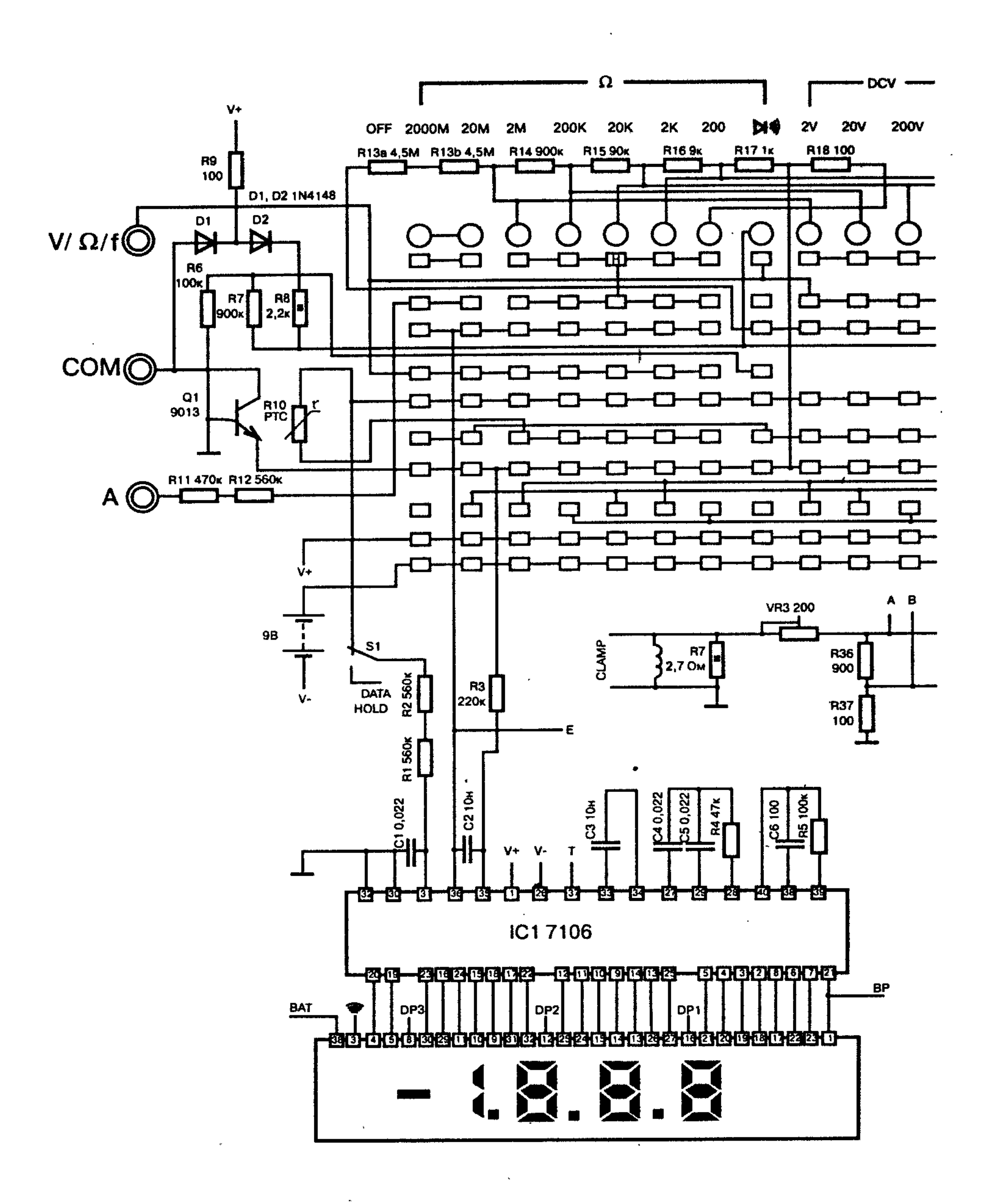


Рис. 6.2. Принципиальная схема мультиметра M266F

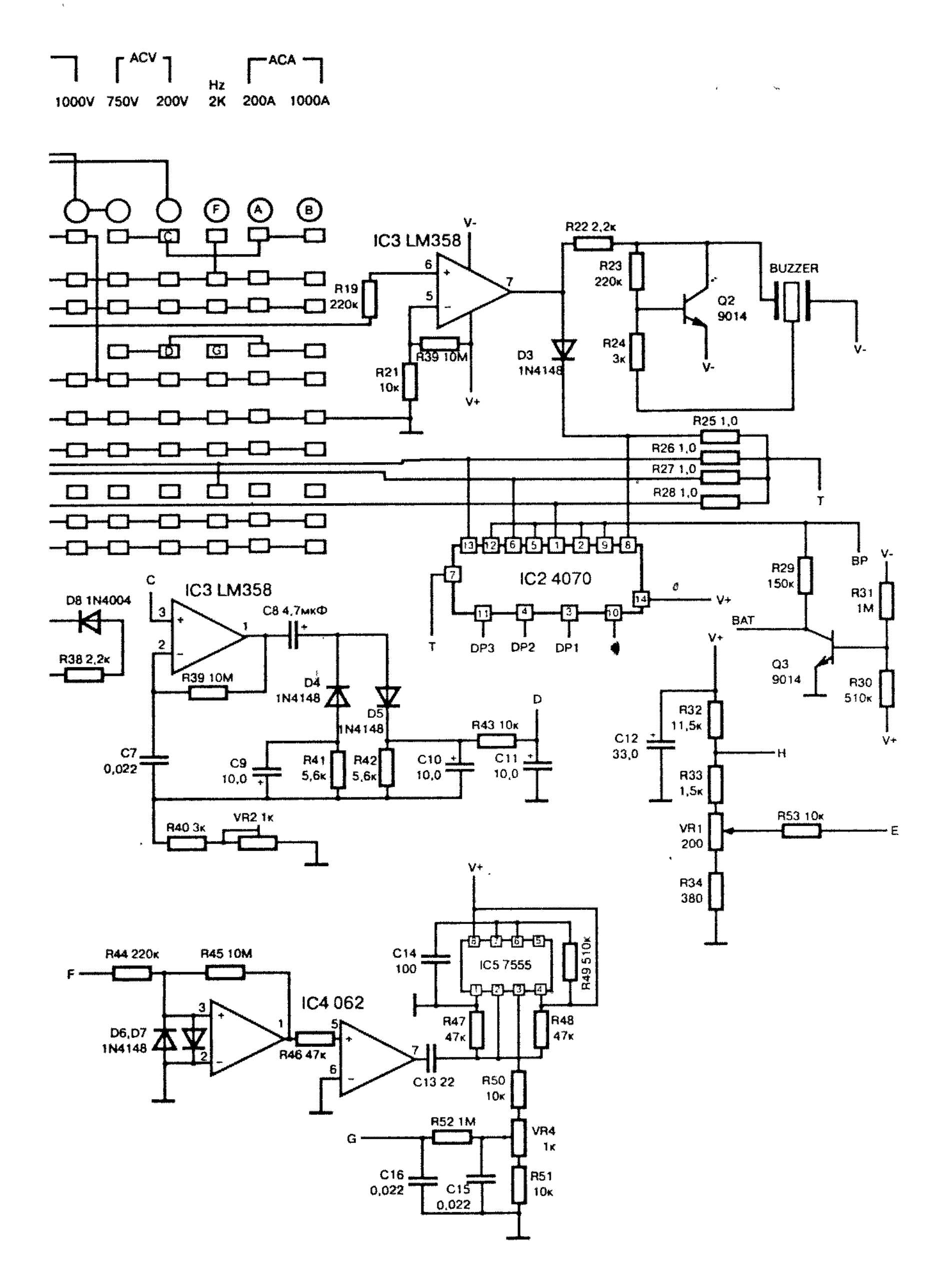


Рис. 6.2. Принципиальная схема мультиметра M266F (продолжение)

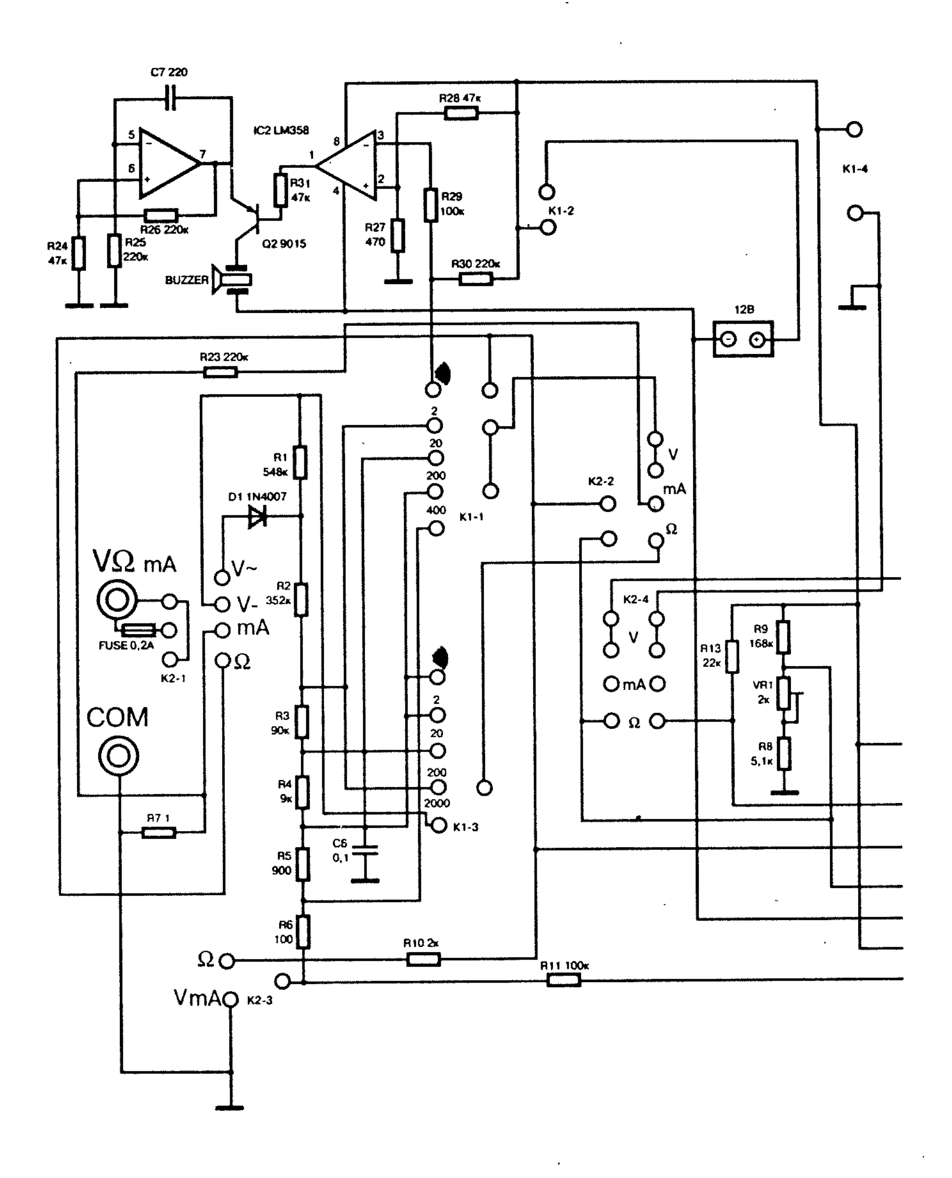


Рис. 6.3. Принципиальная схема мультиметра M300

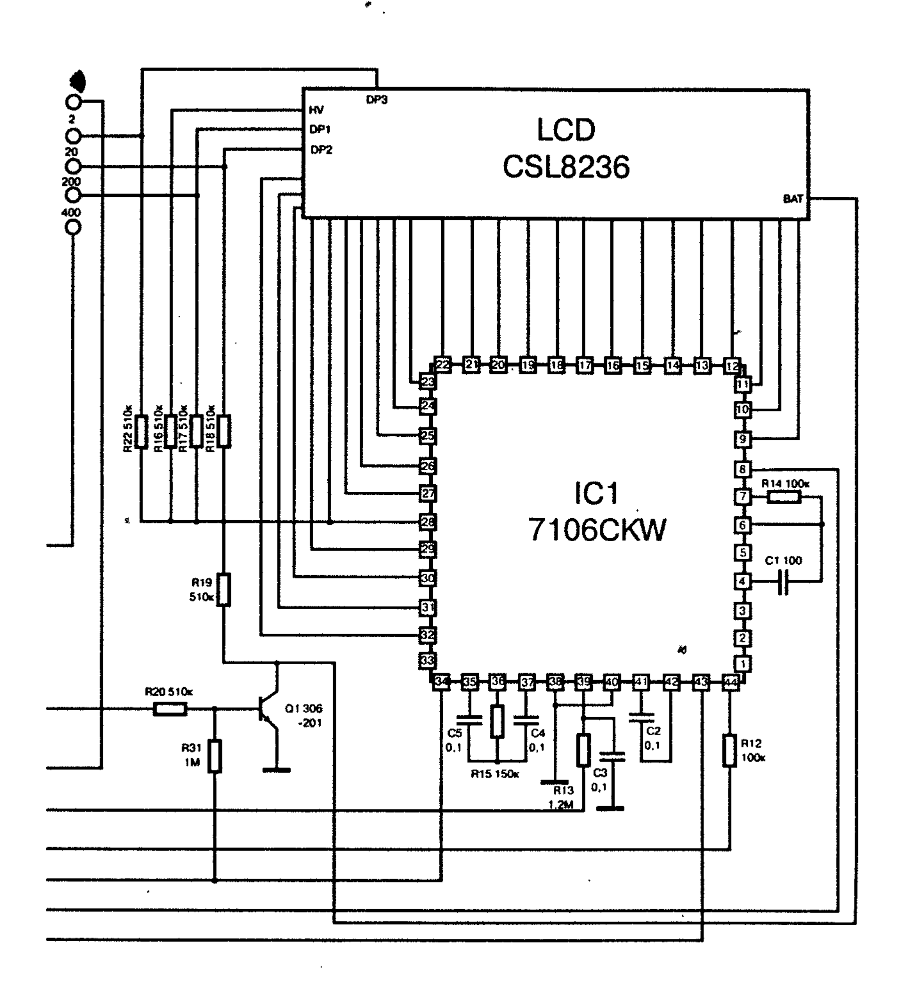


Рис. 6.3. Принципиальная схема мультиметра М300 (продолжение)

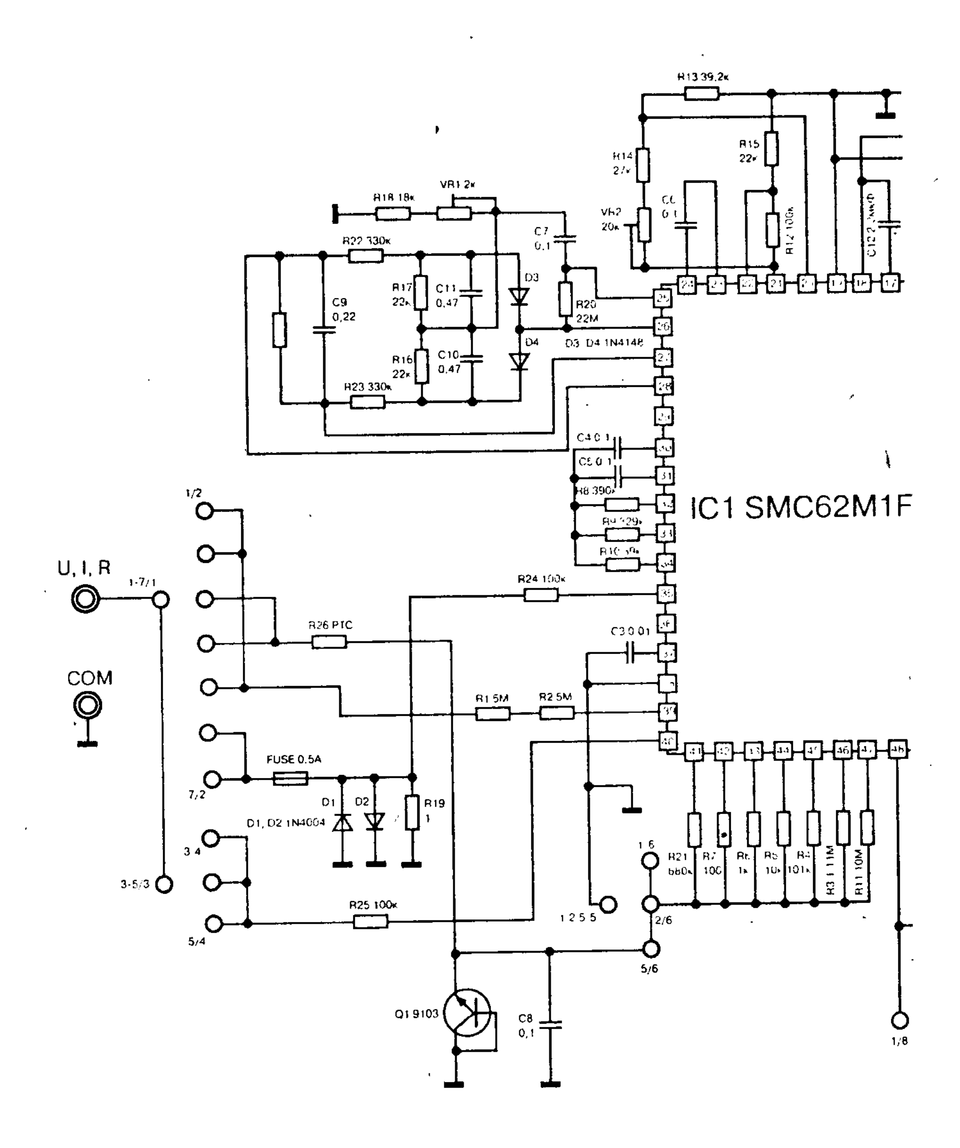


Рис. 6.4. Принципиальная схема мультиметра М320

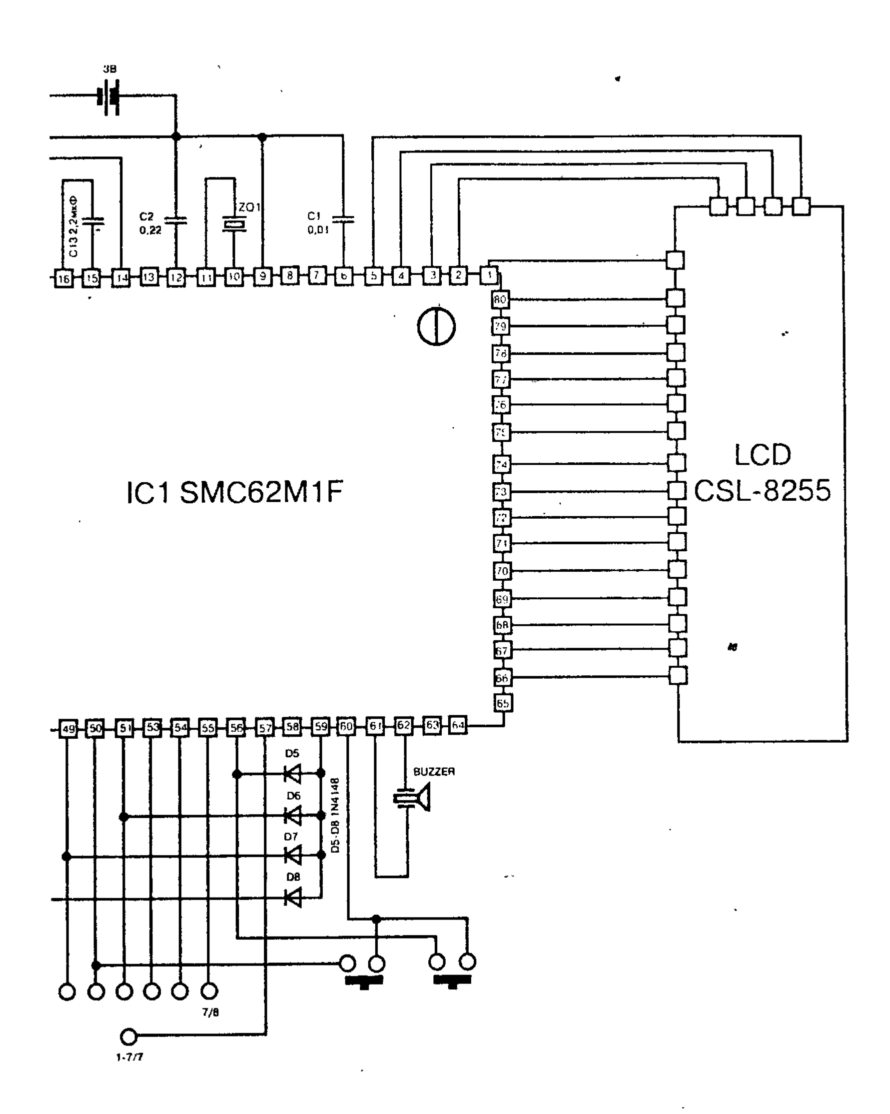
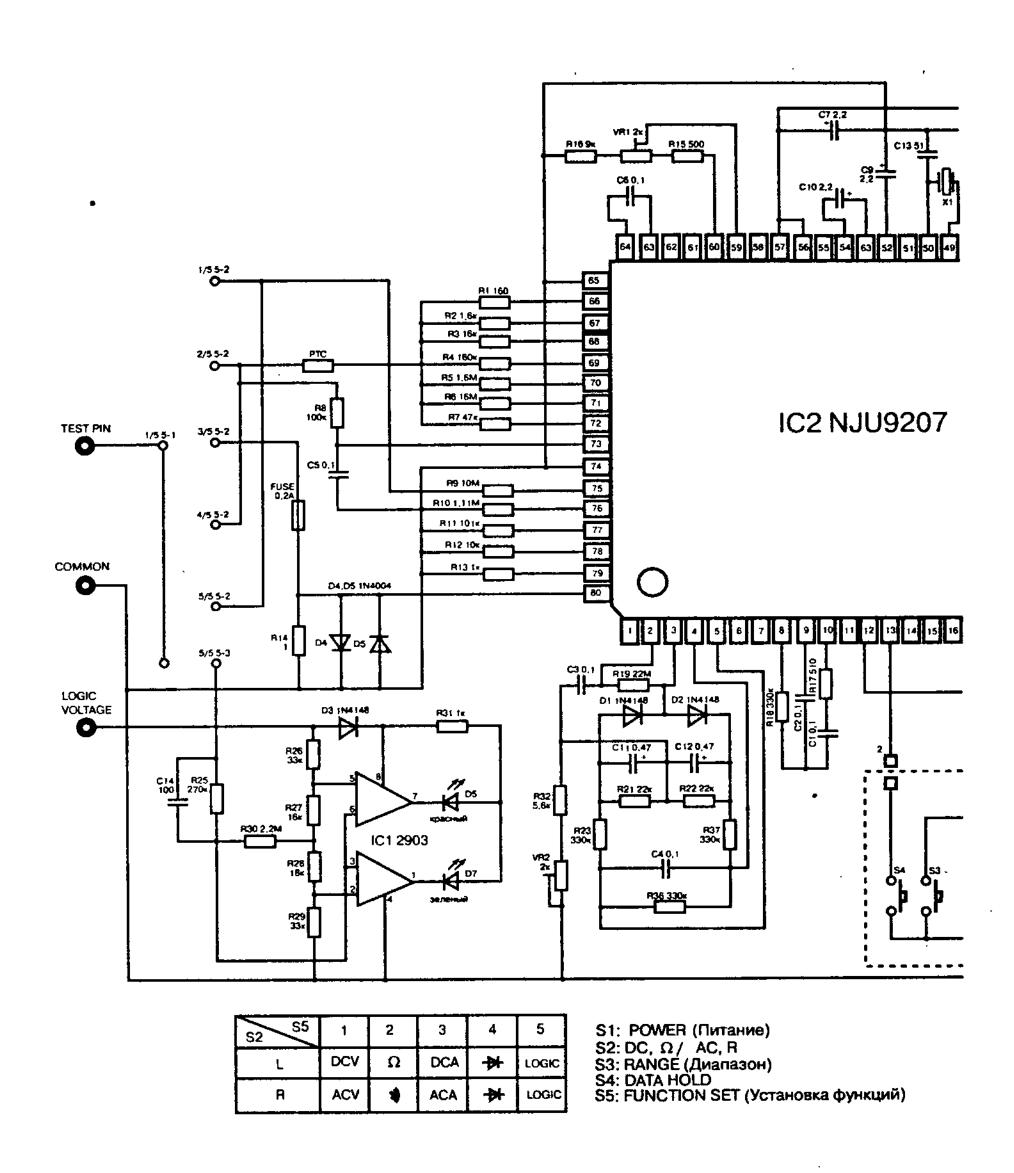


Рис. 6.4. Принципиальная схема мультиметра М320 (продолжение)



S2 \ S5	1	2	3	4	5
L	DCV	Ω	DCA	→|	LOGIC
R	ACV	•)))	ACA	→|	LOGIC

Рис. 6.5. Принципиальная схема мультиметра M3211D

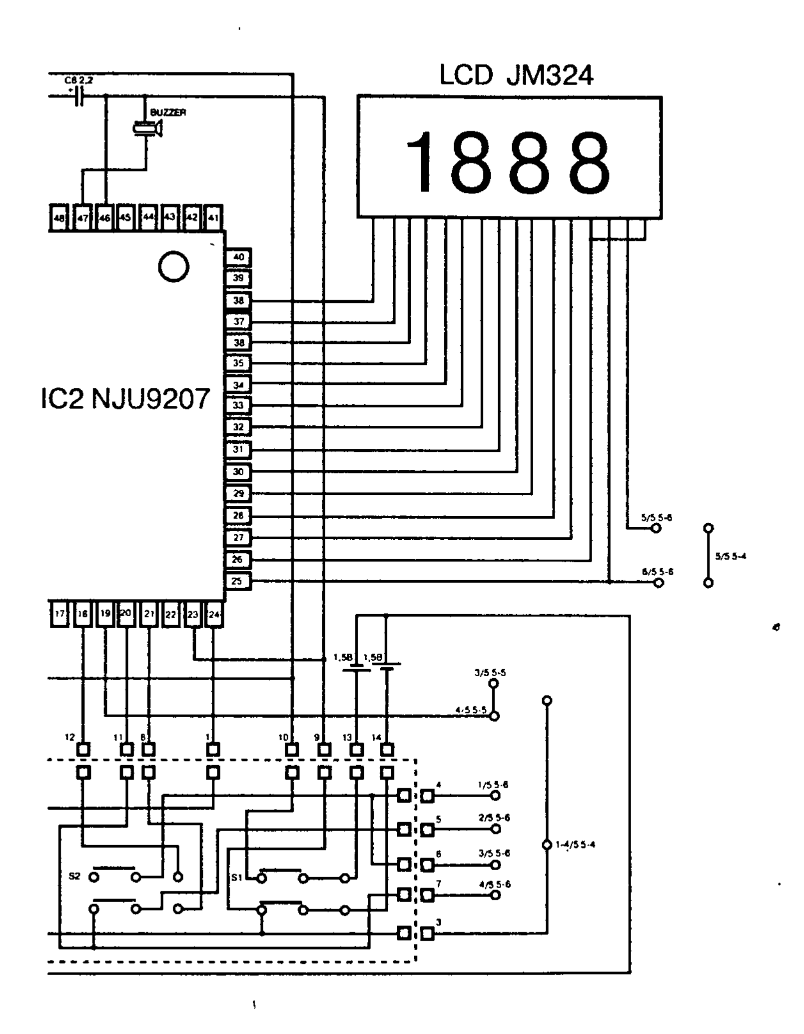


Рис. 6.5. Принципиальная схема мультиметра M3211D
(продолжение)

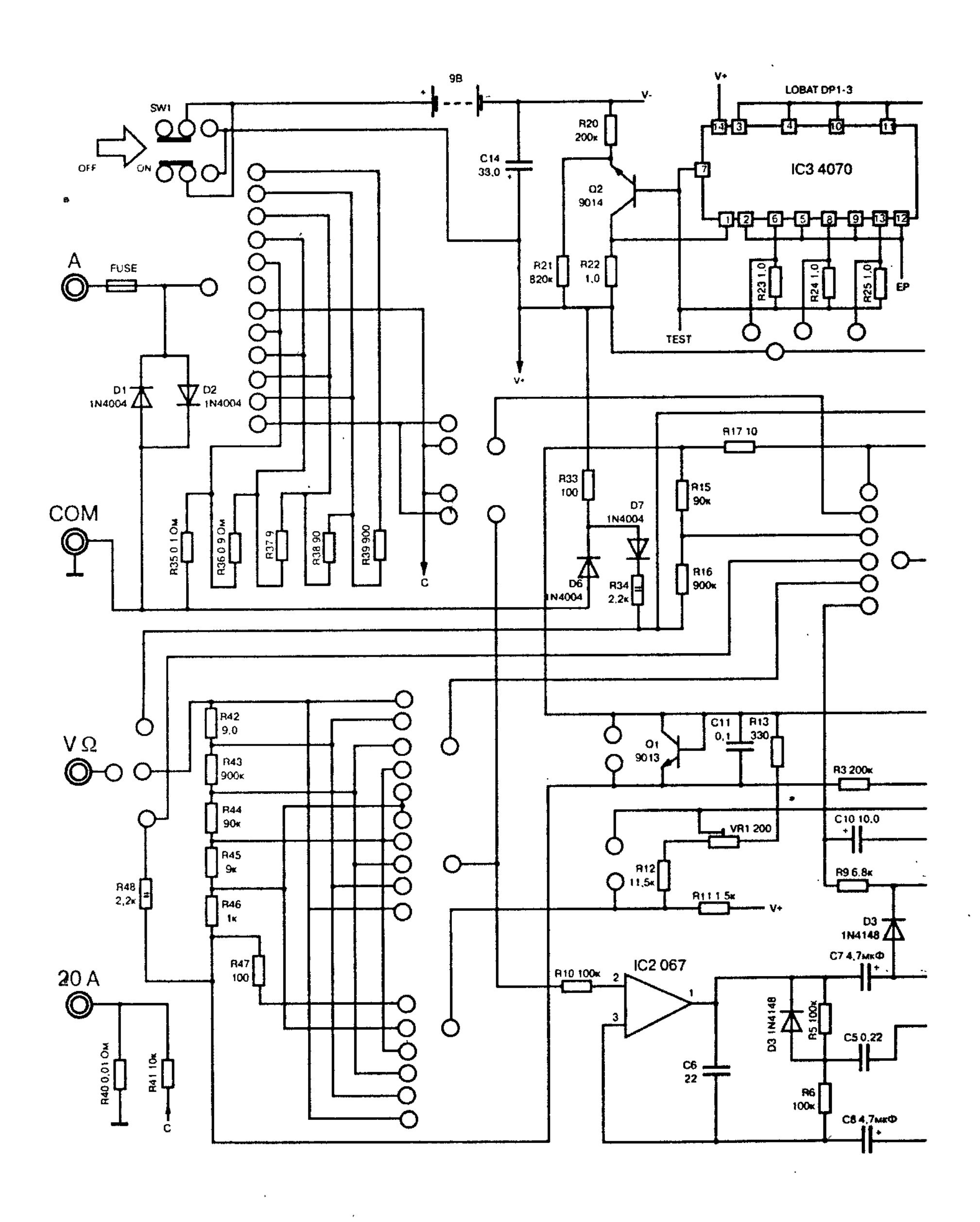


Рис. 6.6. Принципиальная схема мультиметра М3900

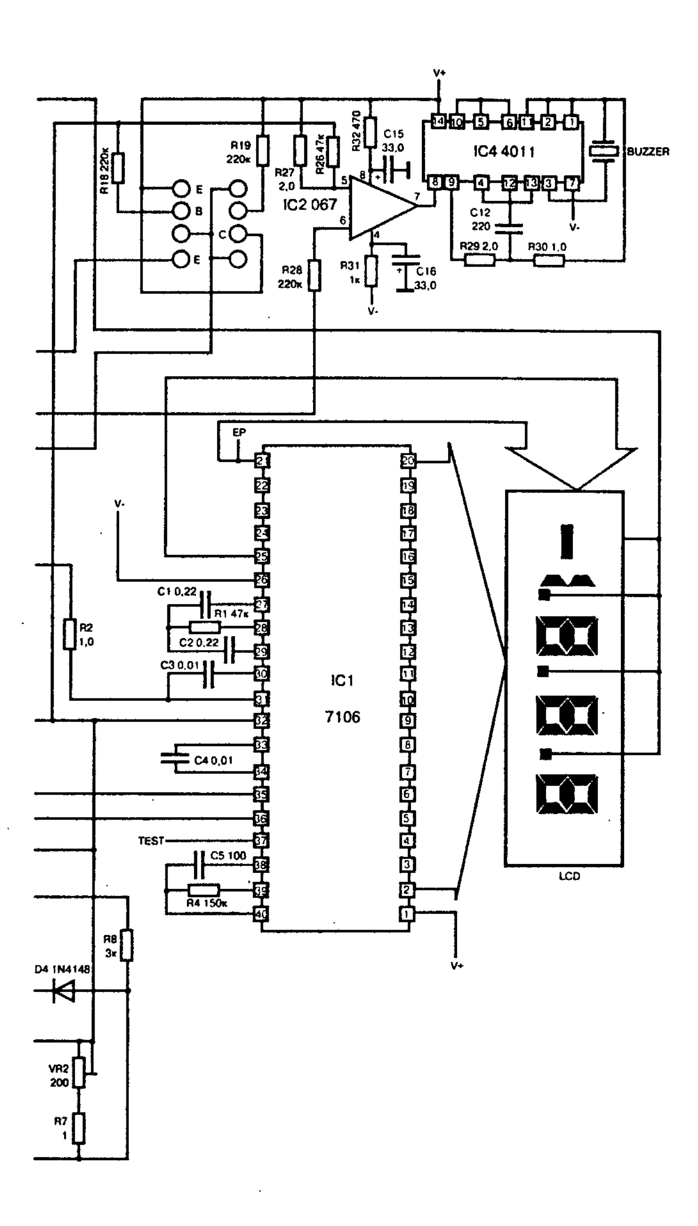


Рис. 6.6. Принципиальная схема мультиметра М3900 (продолжение)

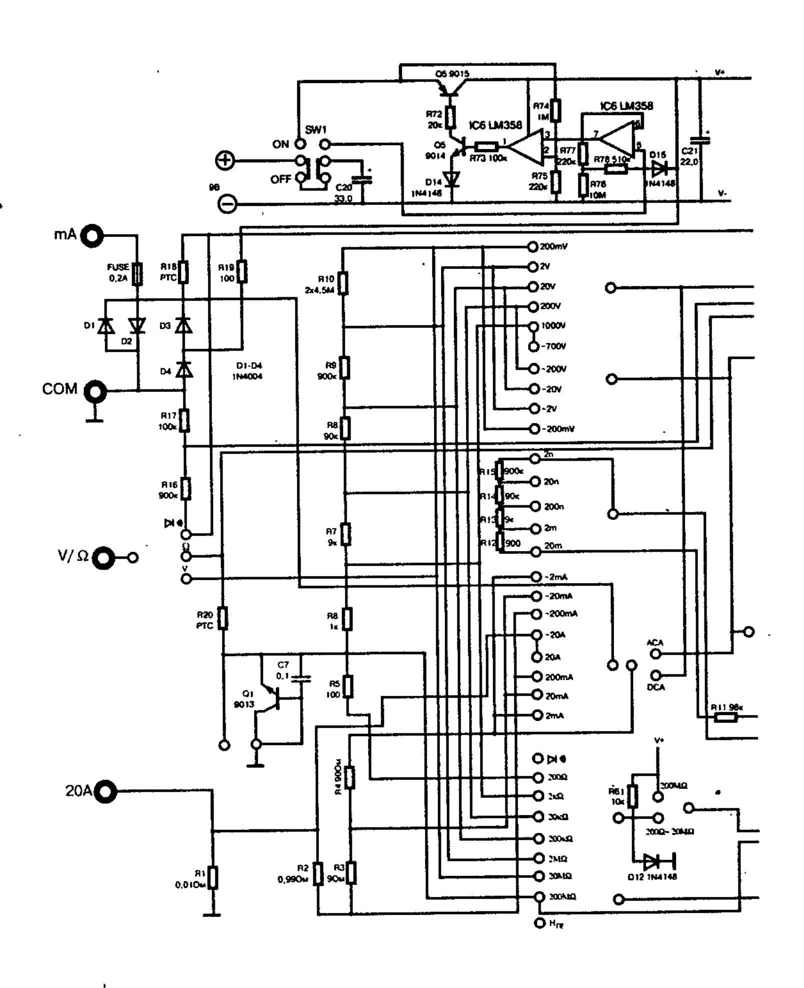


Рис. 6.7. Принципиальная схема мультиметра MY61

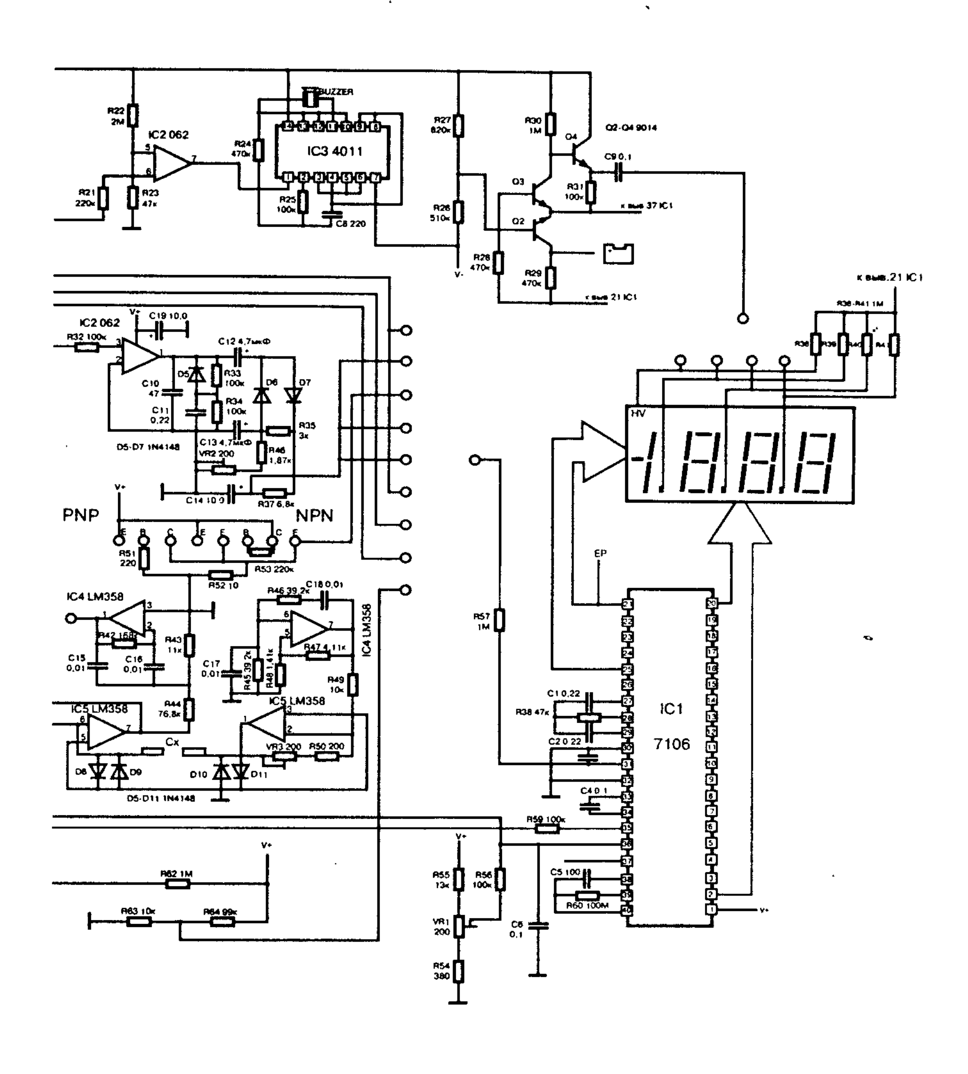


Рис. 6.7. Принципиальная схема мультиметра MY61 (продолжение)

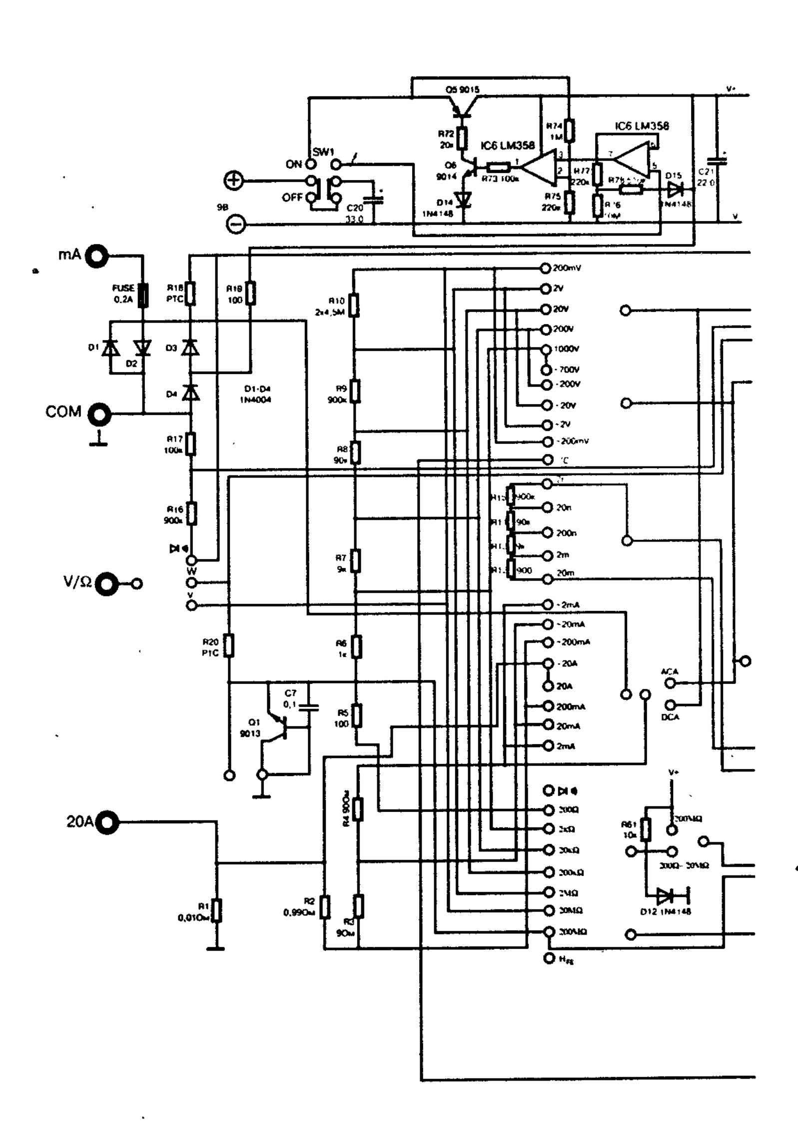


Рис. 6.8. Принципиальная схема мультиметра MY62

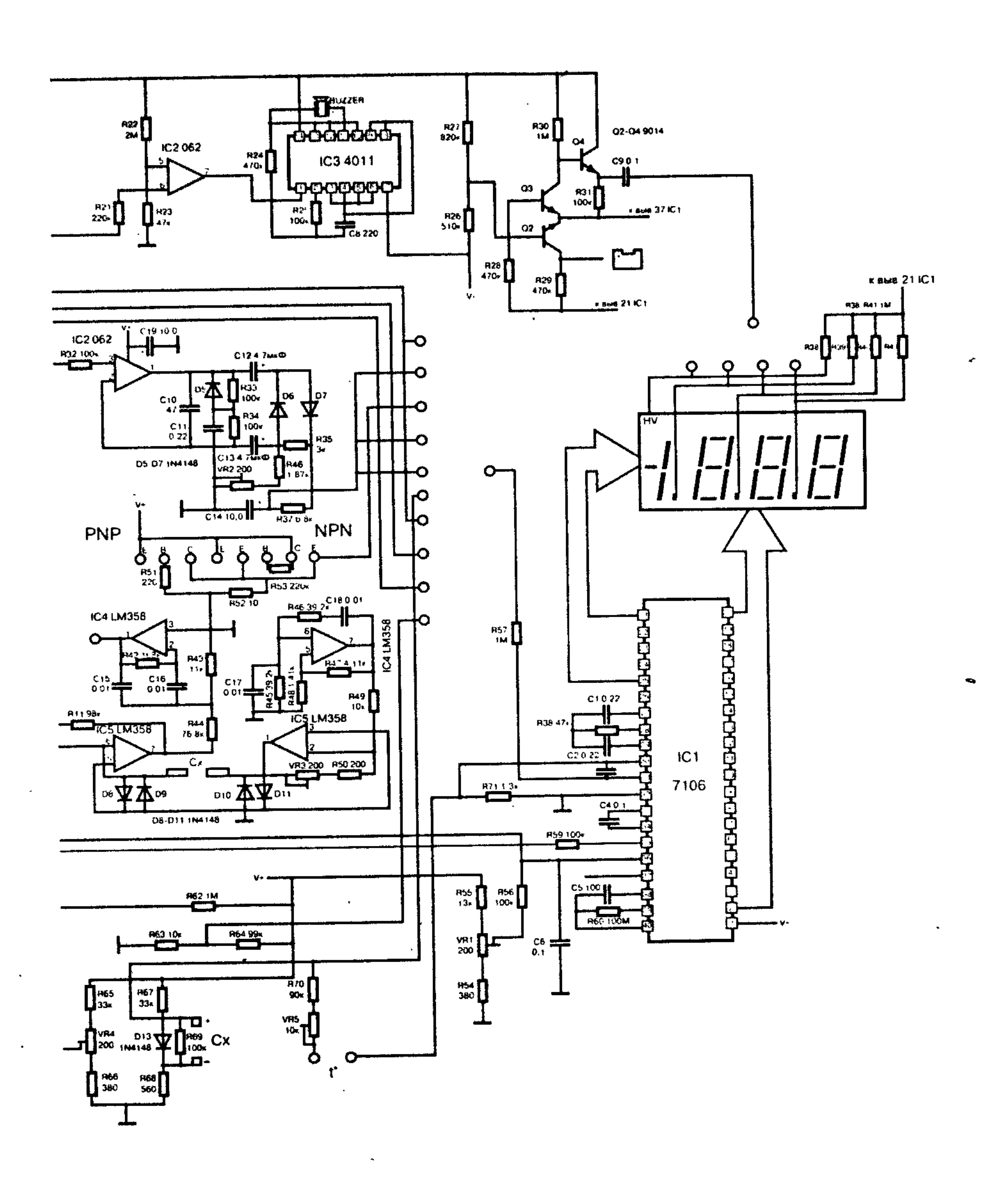


Рис. 6.8. Принципиальная схема мультиметра MY62 (продолжение)

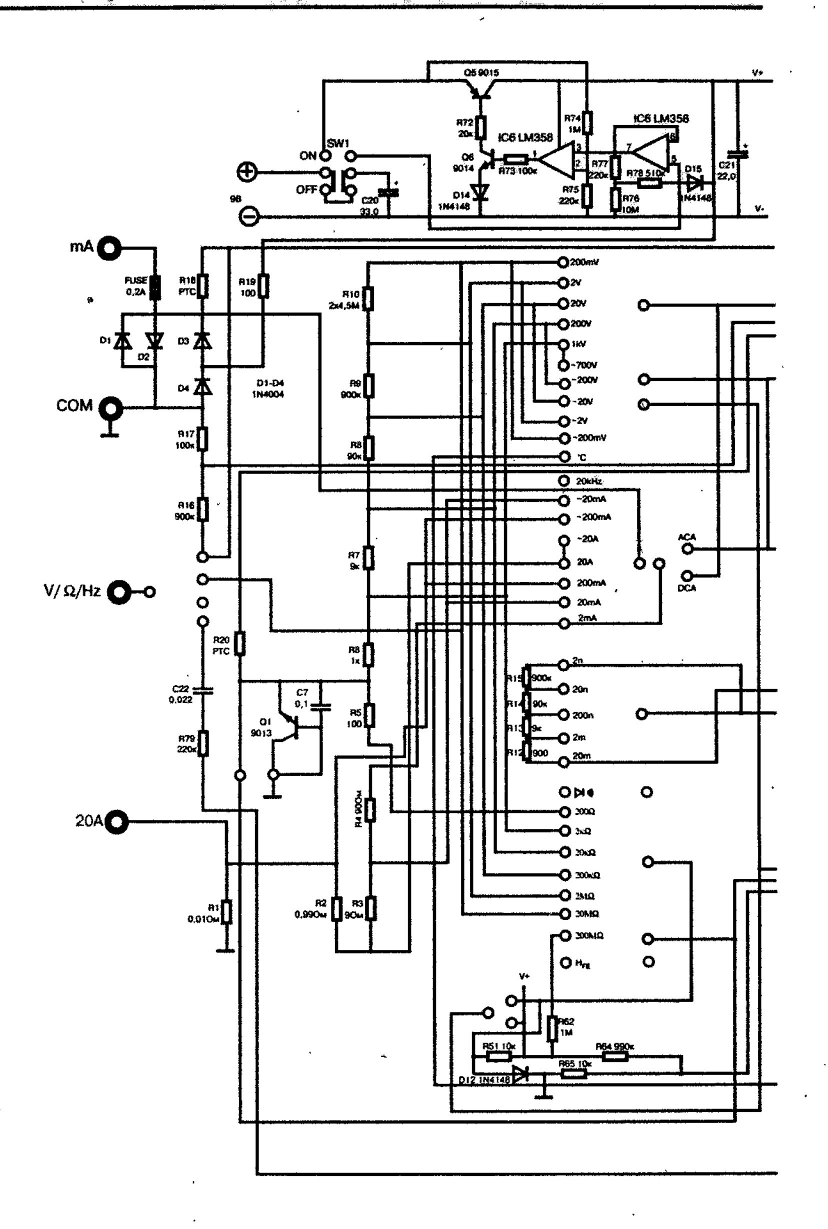


Рис. 6.9. Принципиальная схема мультиметра MY64

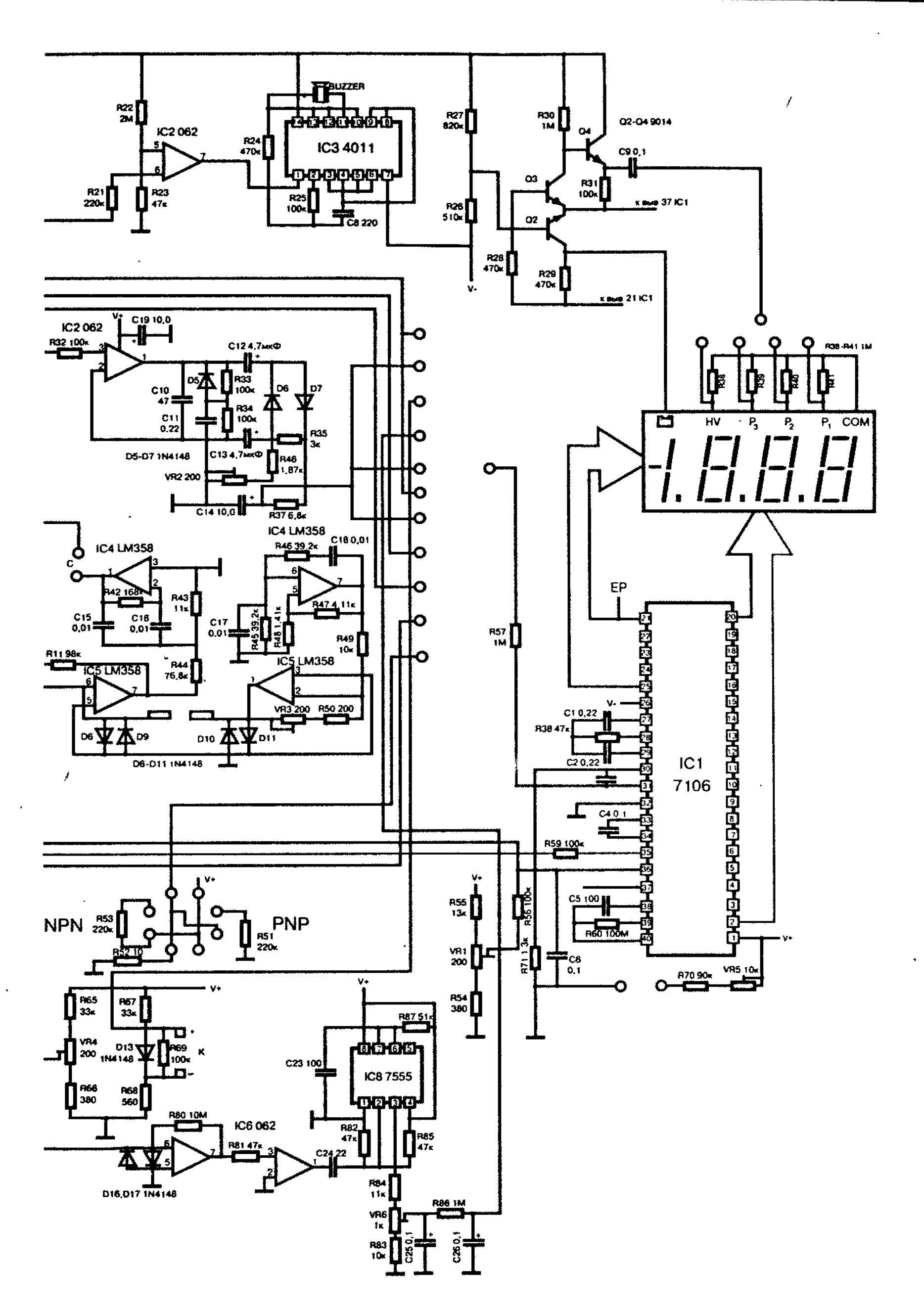
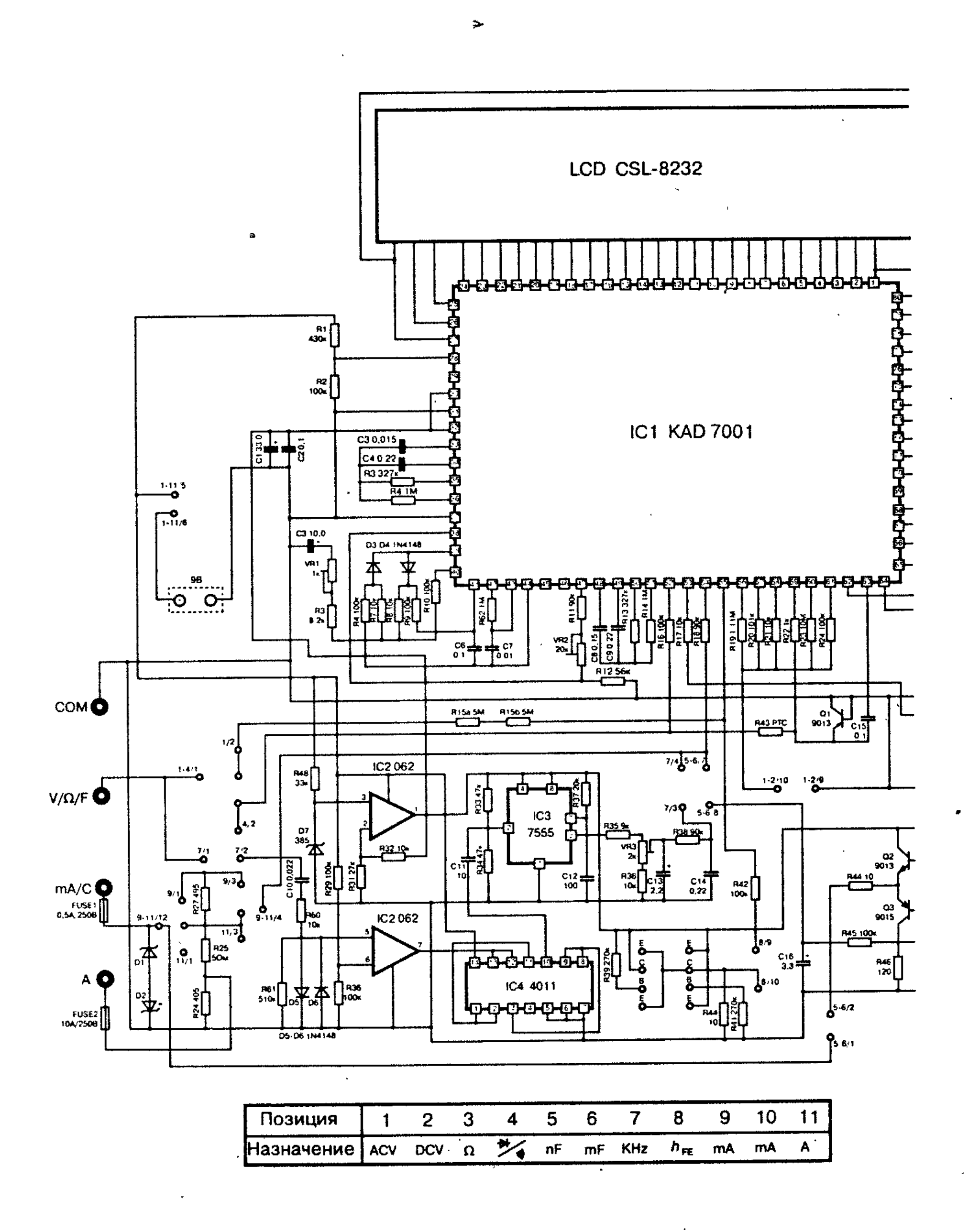


Рис. 6.9. Принципиальная схема мультиметра MY64 (продолжение)



Позиция	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Назначение	ACV	DCV	Ω	→|	nF	mF	KHz	h_{FE}	mA	mA	A

Рис. 6.10. Принципиальная схема мультиметра MY68

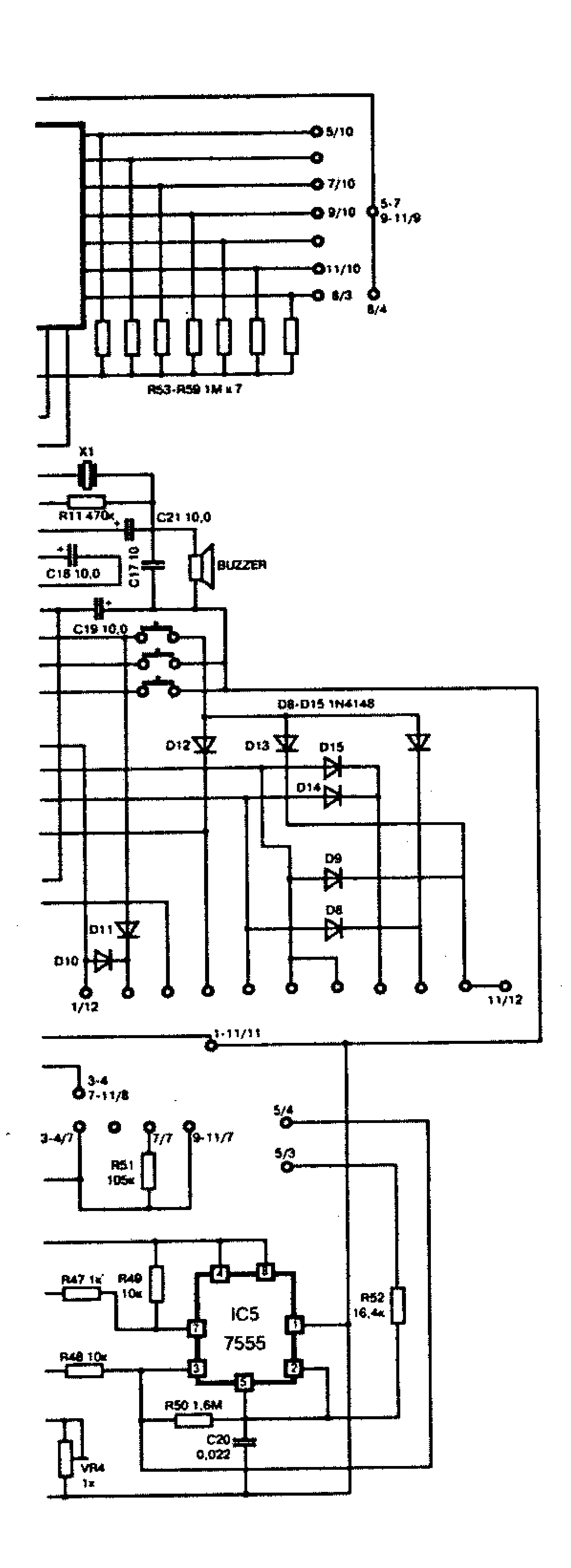


Рис. 6.10. Принципиальная схема мультиметра MY68 (продолжение)

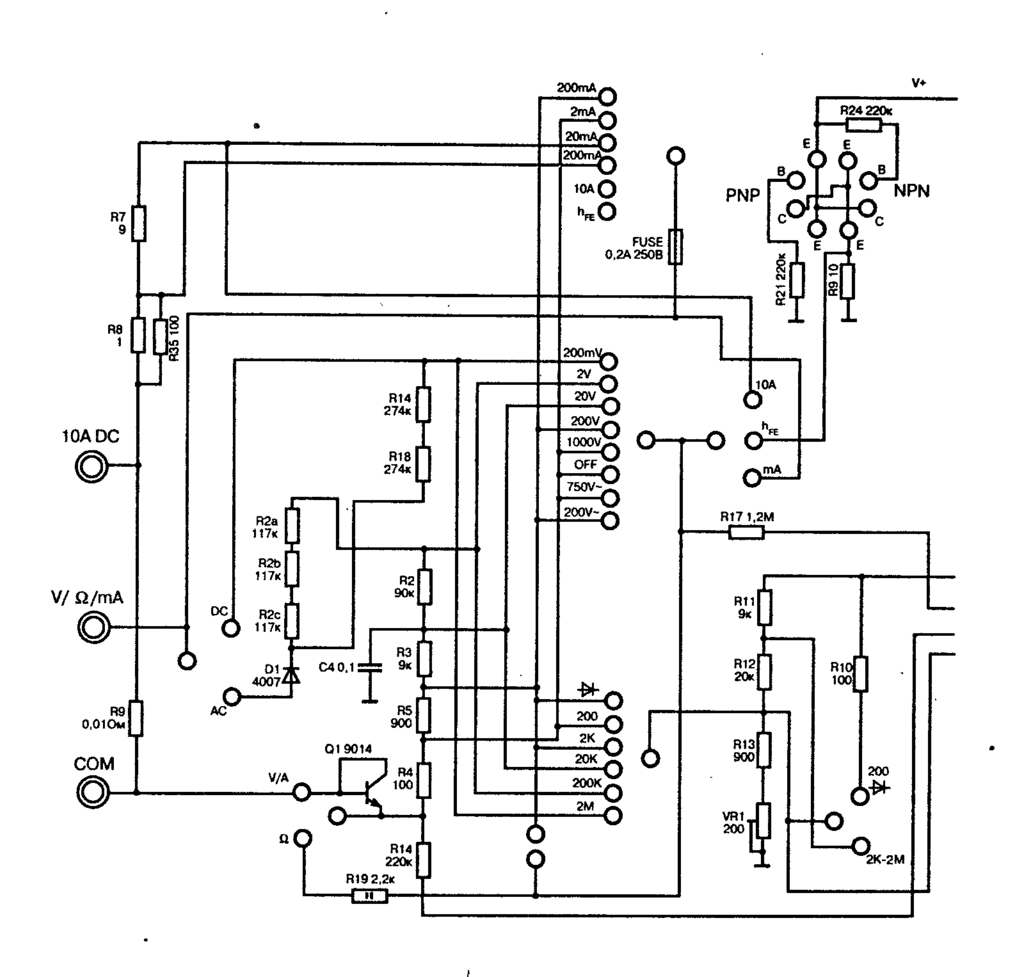


Рис. 6.11. Принципиальная схема мультиметра M830B

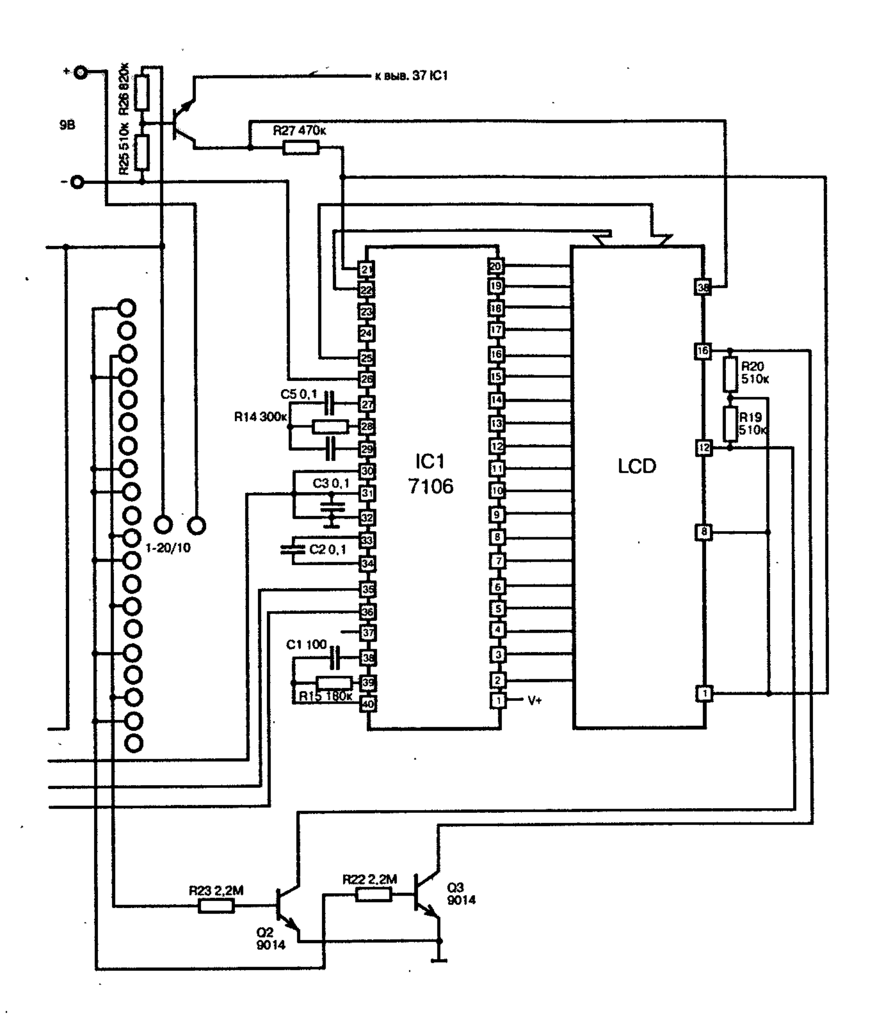


Рис. 6.11. Принципиальная схема мультиметра М830В (продолжение)

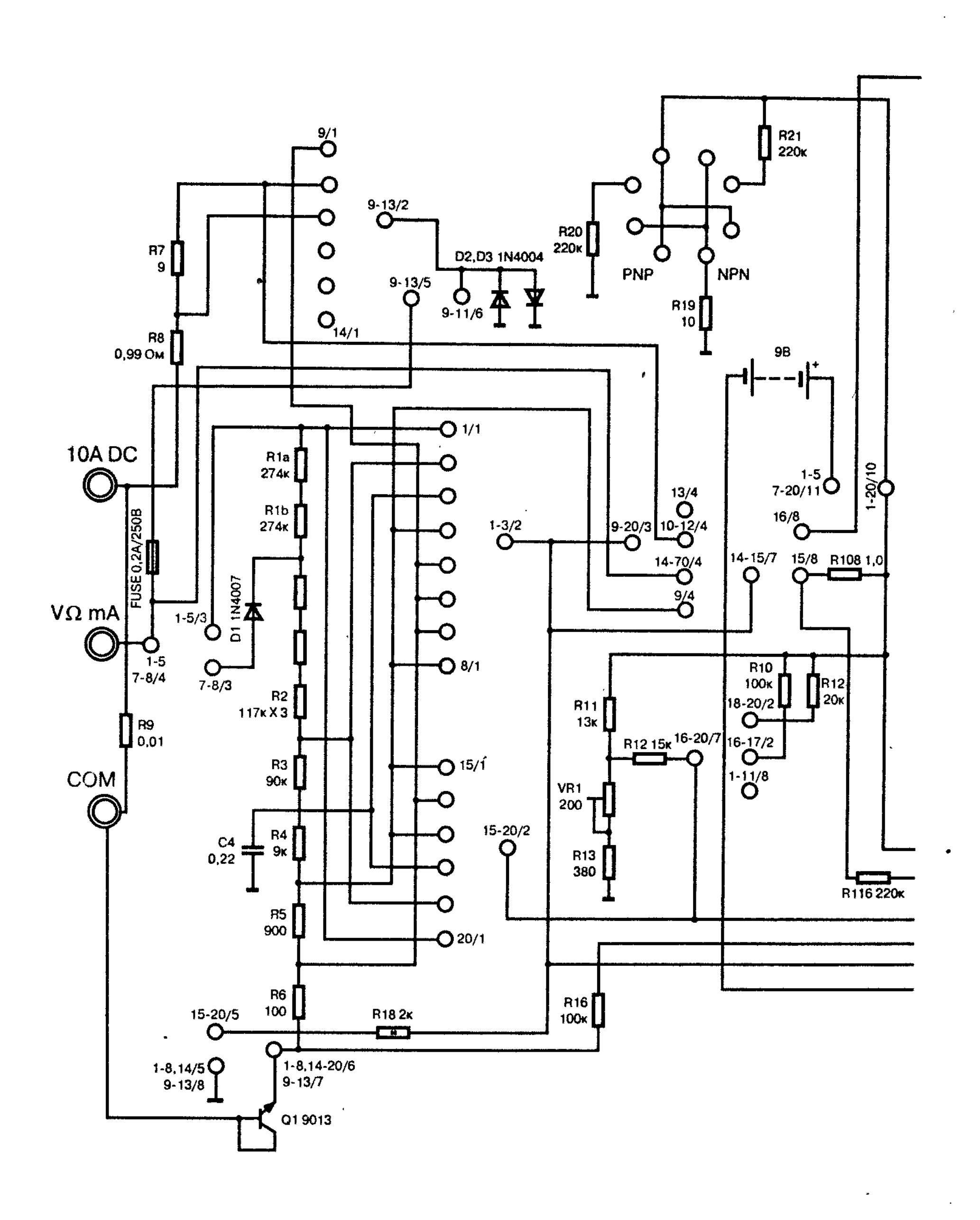
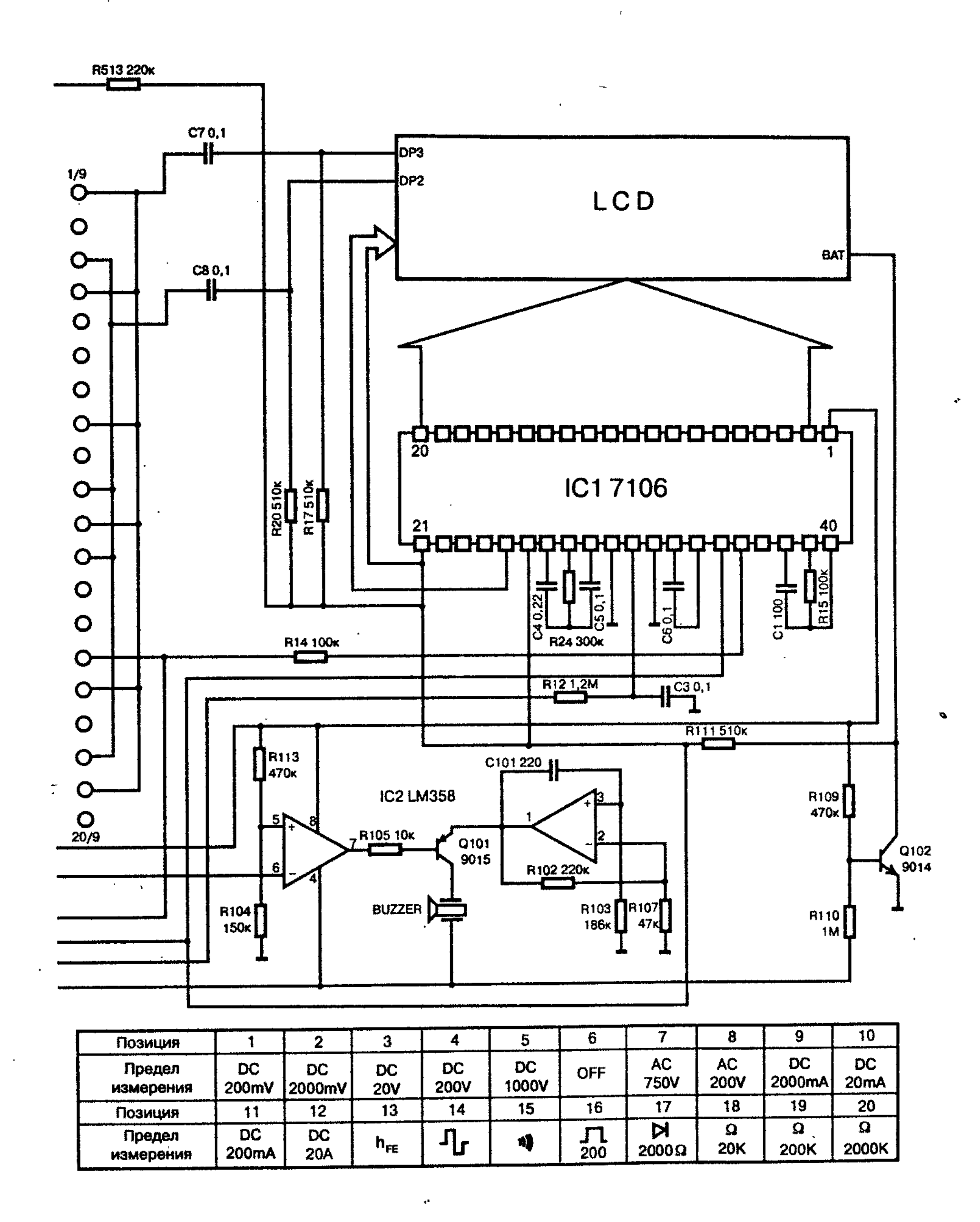


Рис. 6.12. Принципиальная схема мультиметра M832



Позиция	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Предел измерения	DC 200mV	DC 2000mV	DC 20V	DC 200V	DC 1000V	OFF	AC 750V	AC 200V	DC 2000mA	DC 20mA
Позиция	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Предел измерения	DC 200mA	DC 20A	h_{FE}	⎍⎍	🔊	⎍ 200	▷| 2000Ω	Ω 20K	Ω 200K	Ω 2000K

Рис. 6.12. Принципиальная схема мультиметра M832 (продолжение)

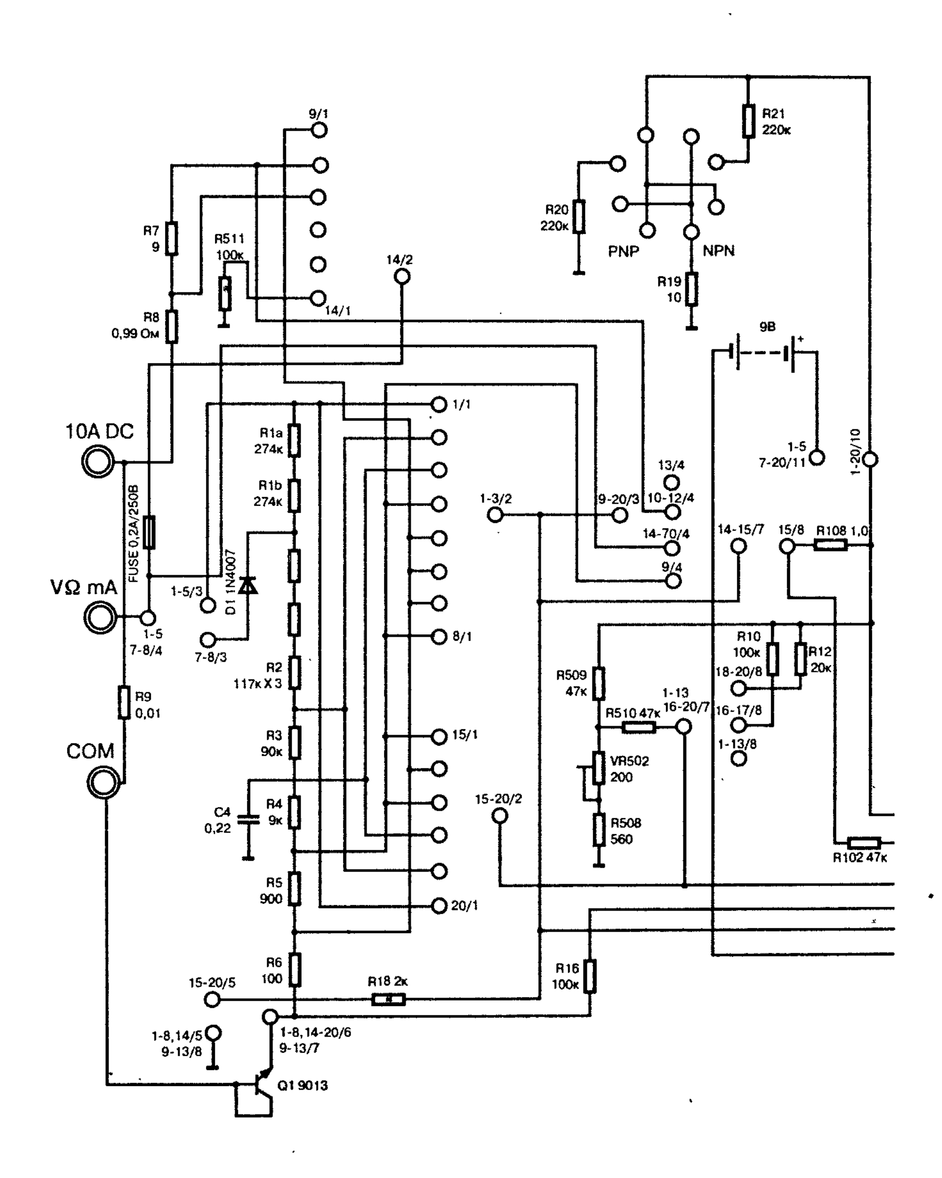
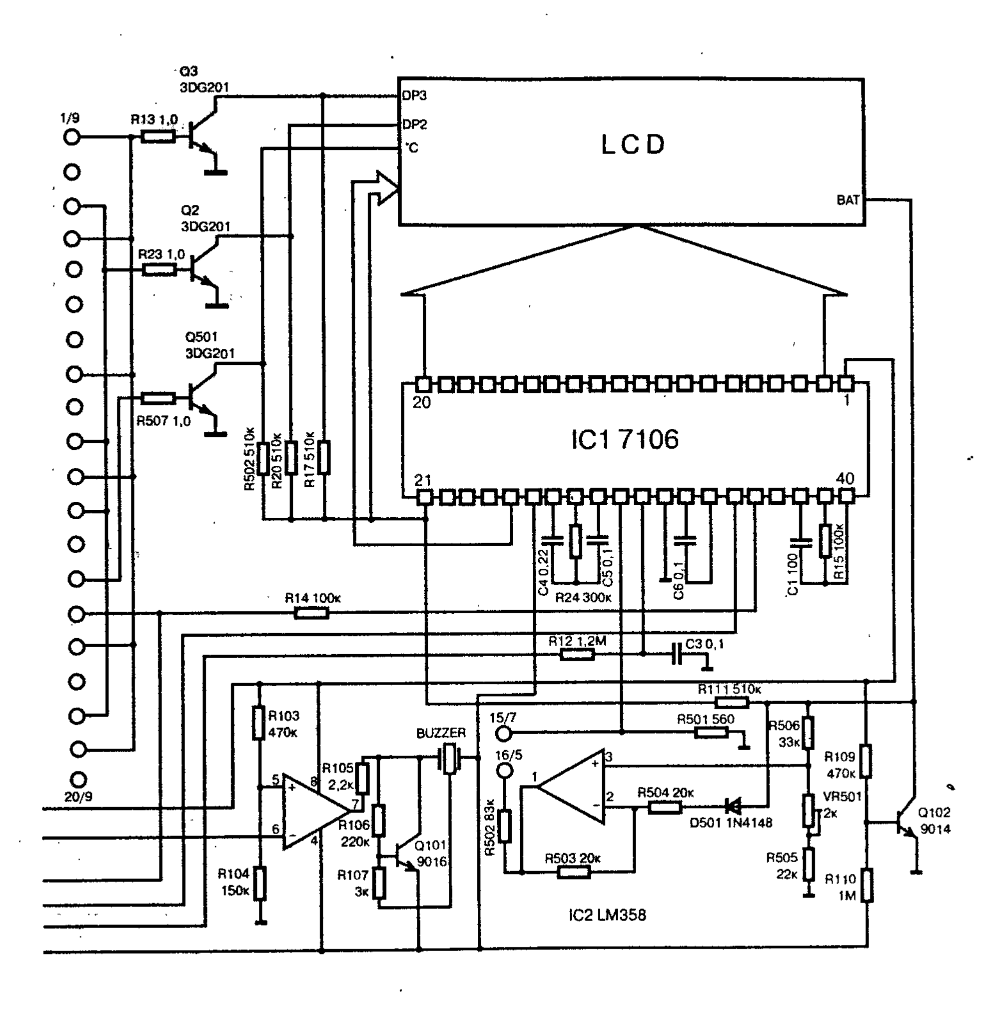


Рис. 6.13. Принципиальная схема мультиметра M838



Позиция	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Предел измерения	DC 200mV	DC 2000mV	DC 20V	DC 200V	DC 1000V	OFF	AC 750V	AC 200V	DC 2000mA	DC 20mA
Позиция	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Предел измерения	DC 200mA	DC 20A	h_{FE}	TEMP °C	·)))	⎍ 200	▷| 2000Ω	Ω 20K	Ω 200K	Ω 2000K

Рис. 6.13. Принципиальная схема мультиметра M838 (продолжение)

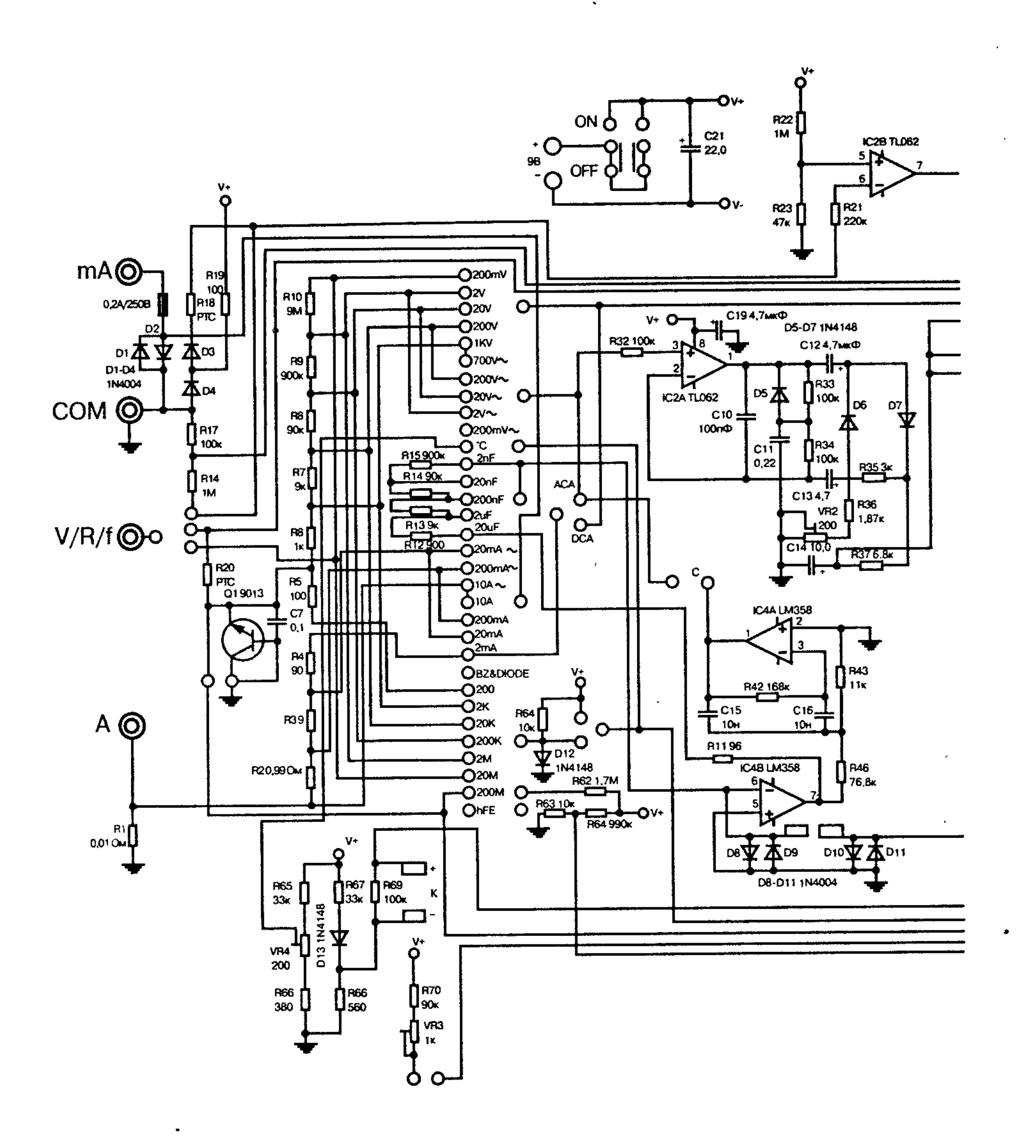


Рис. 6.14. Принципиальная схема мультиметра M890C+

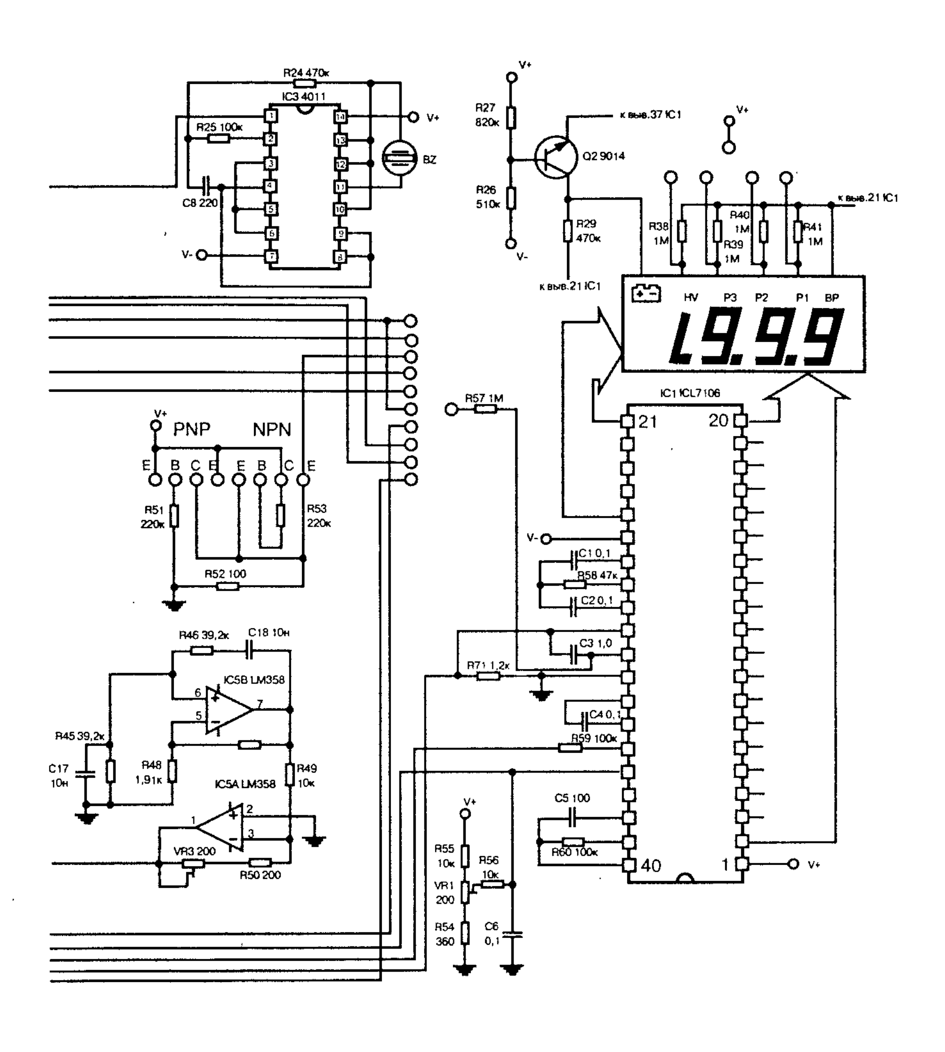


Рис. 6.14. Принципиальная схема мультиметра M890C+ (продолжение)

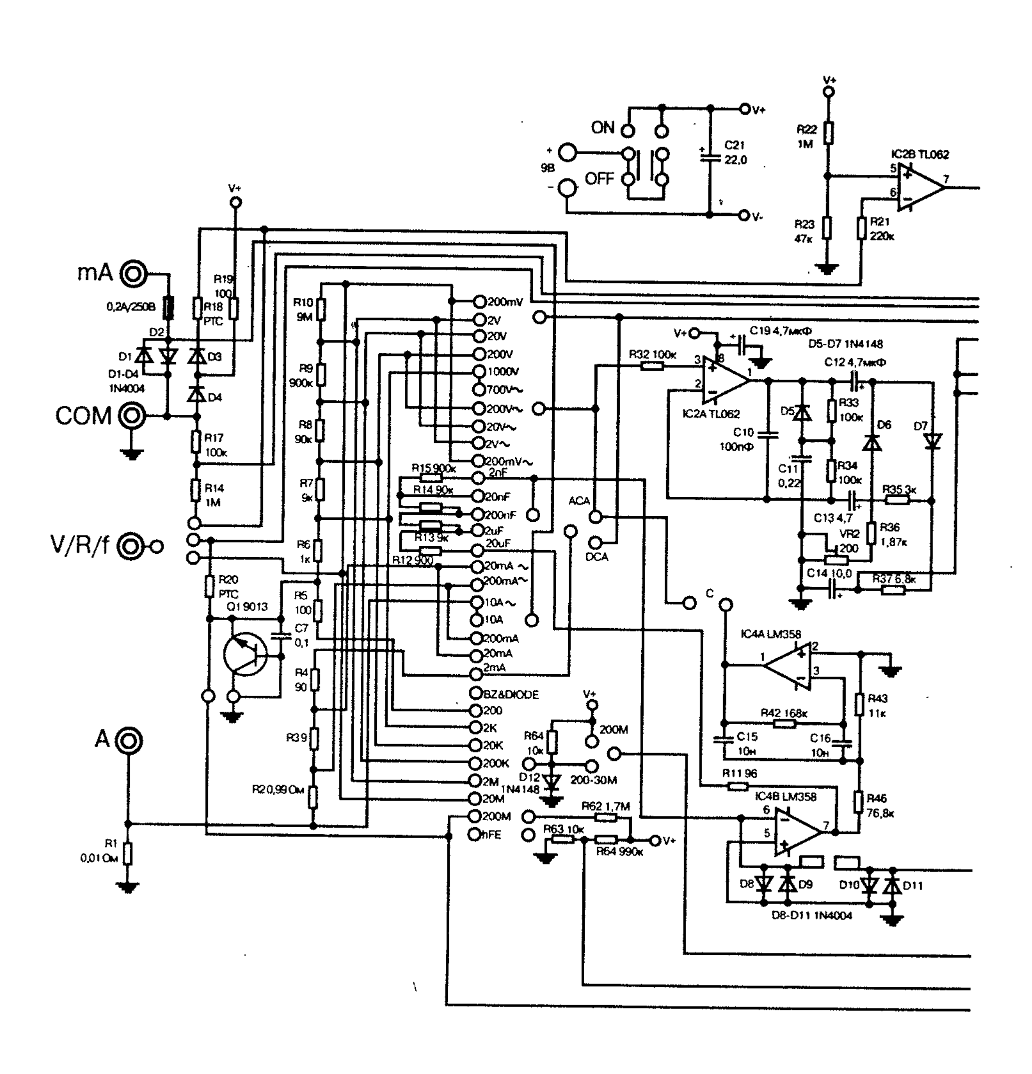


Рис. 6.15. Принципиальная схема мультиметра M890D

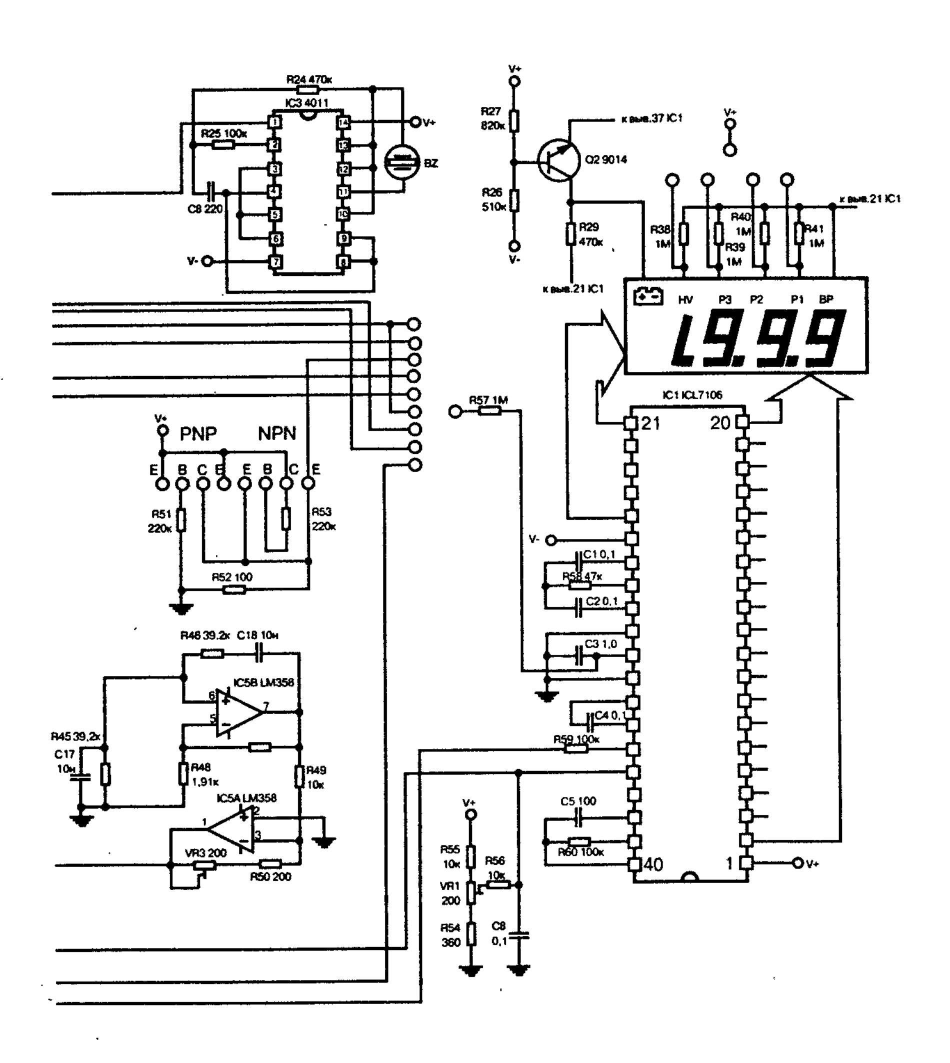


Рис. 6.15. Принципиальная схема мультиметра M890D (продолжение)

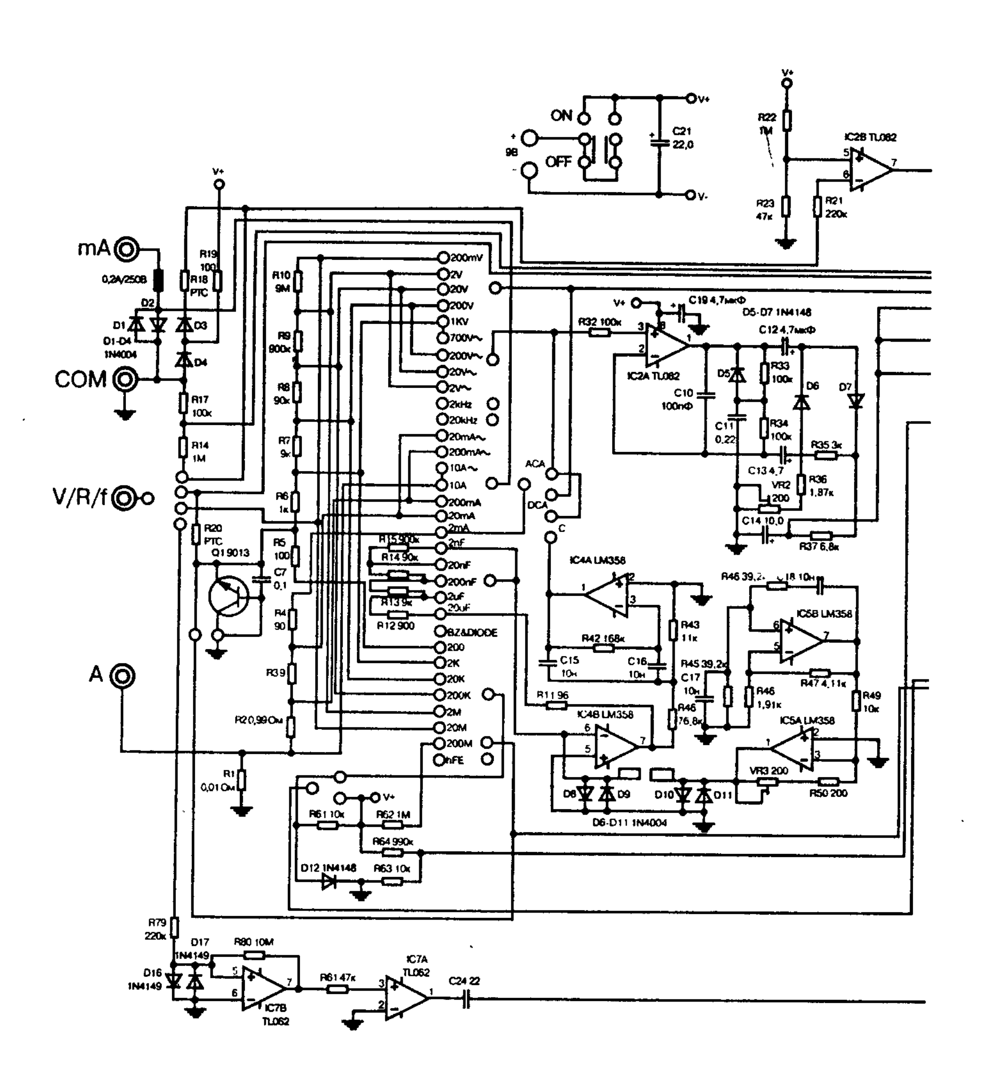


Рис. 6.16. Принципиальная схема мультиметра M890F

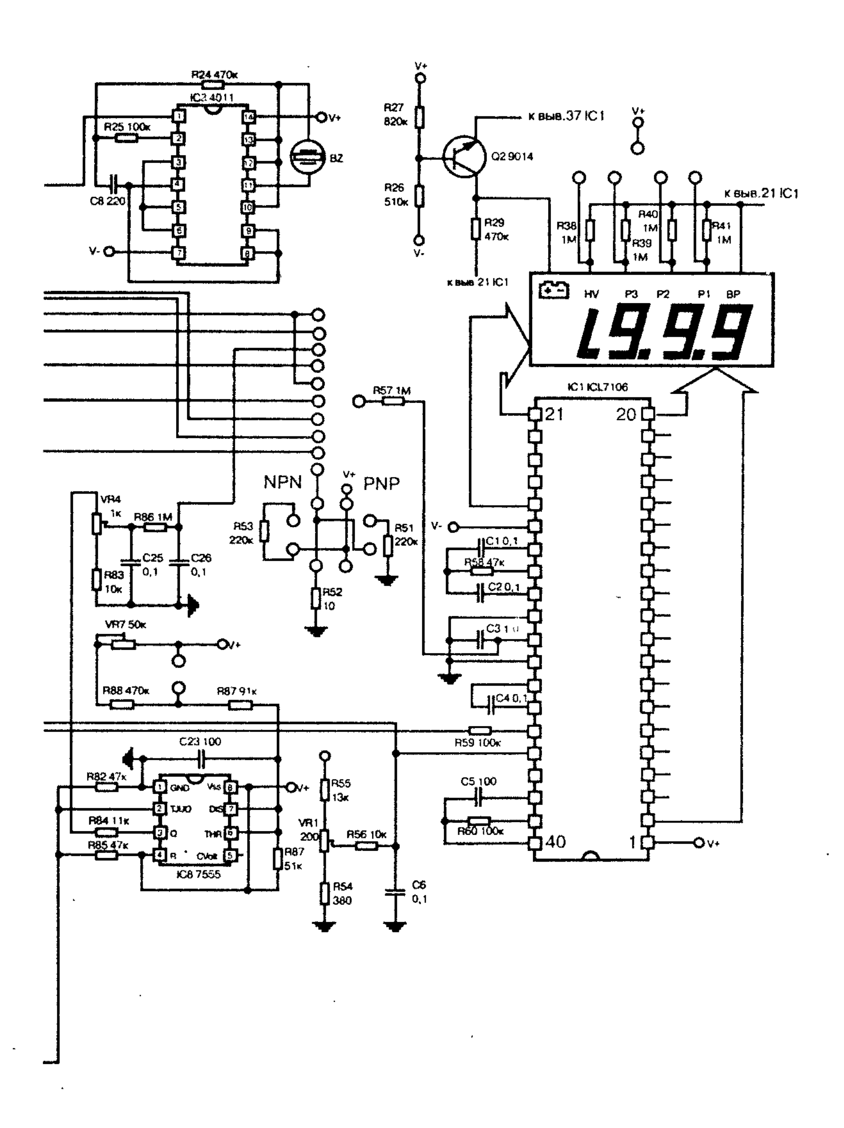


Рис. 6.16. Принципиальная схема мультиметра M890F (продолжение)

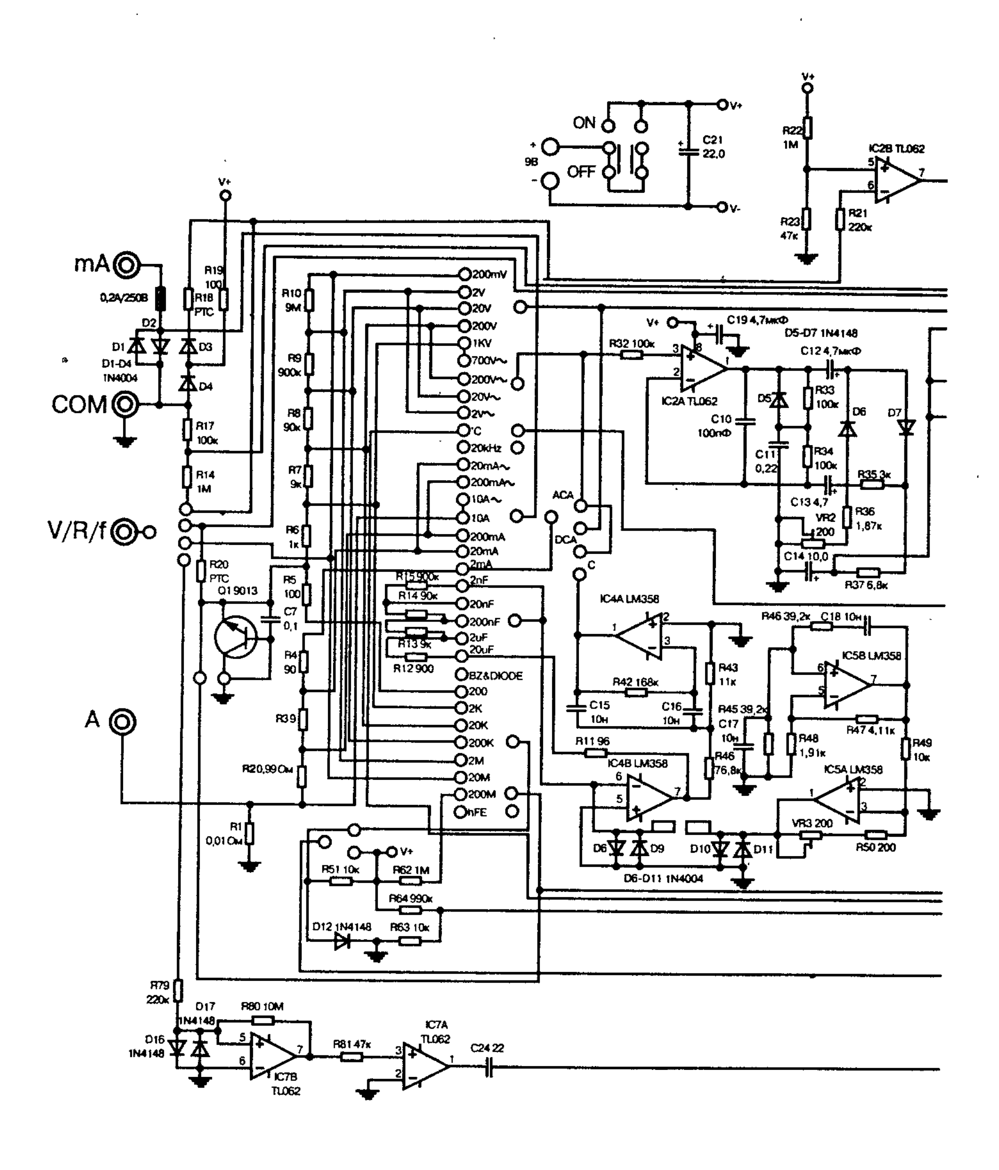


Рис. 6.17. Принципиальная схема мультиметра M890G

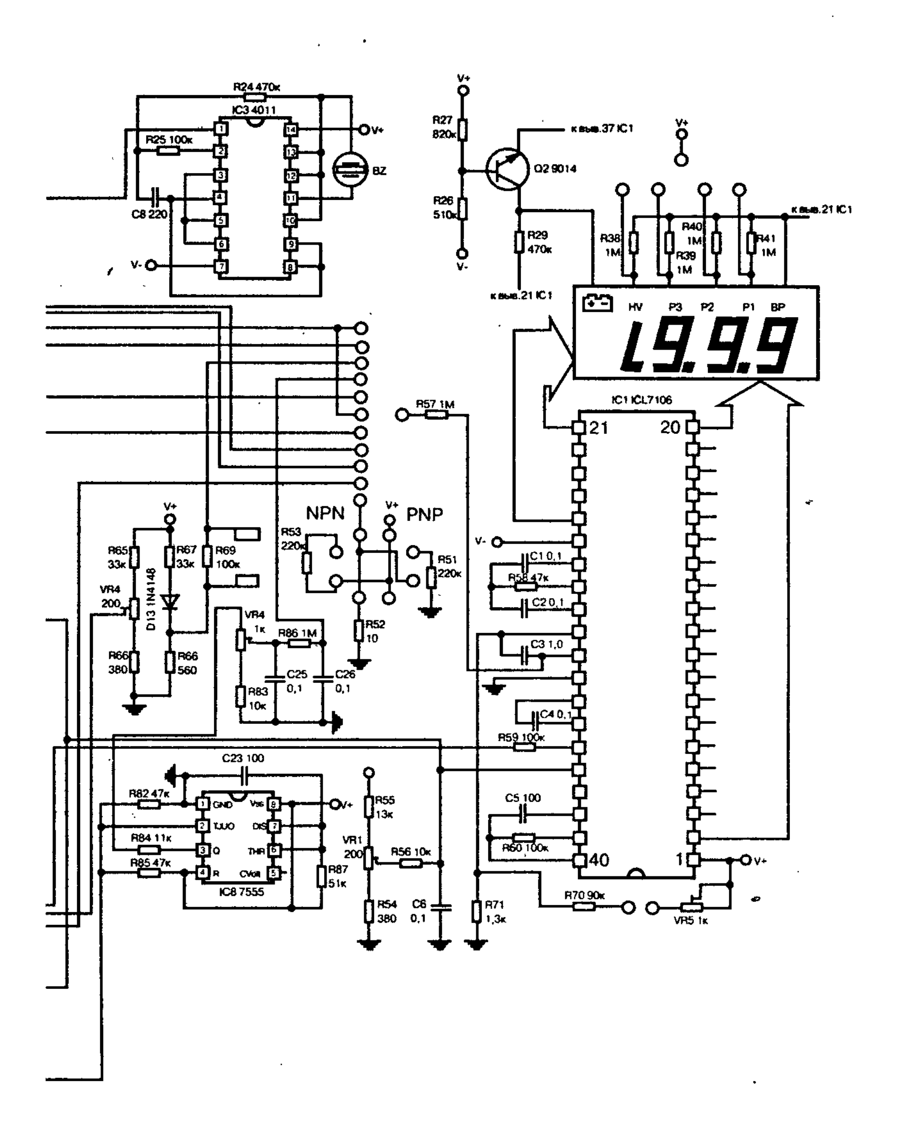


Рис. 6.17. Принципиальная схема мультиметра M890G (продолжение)

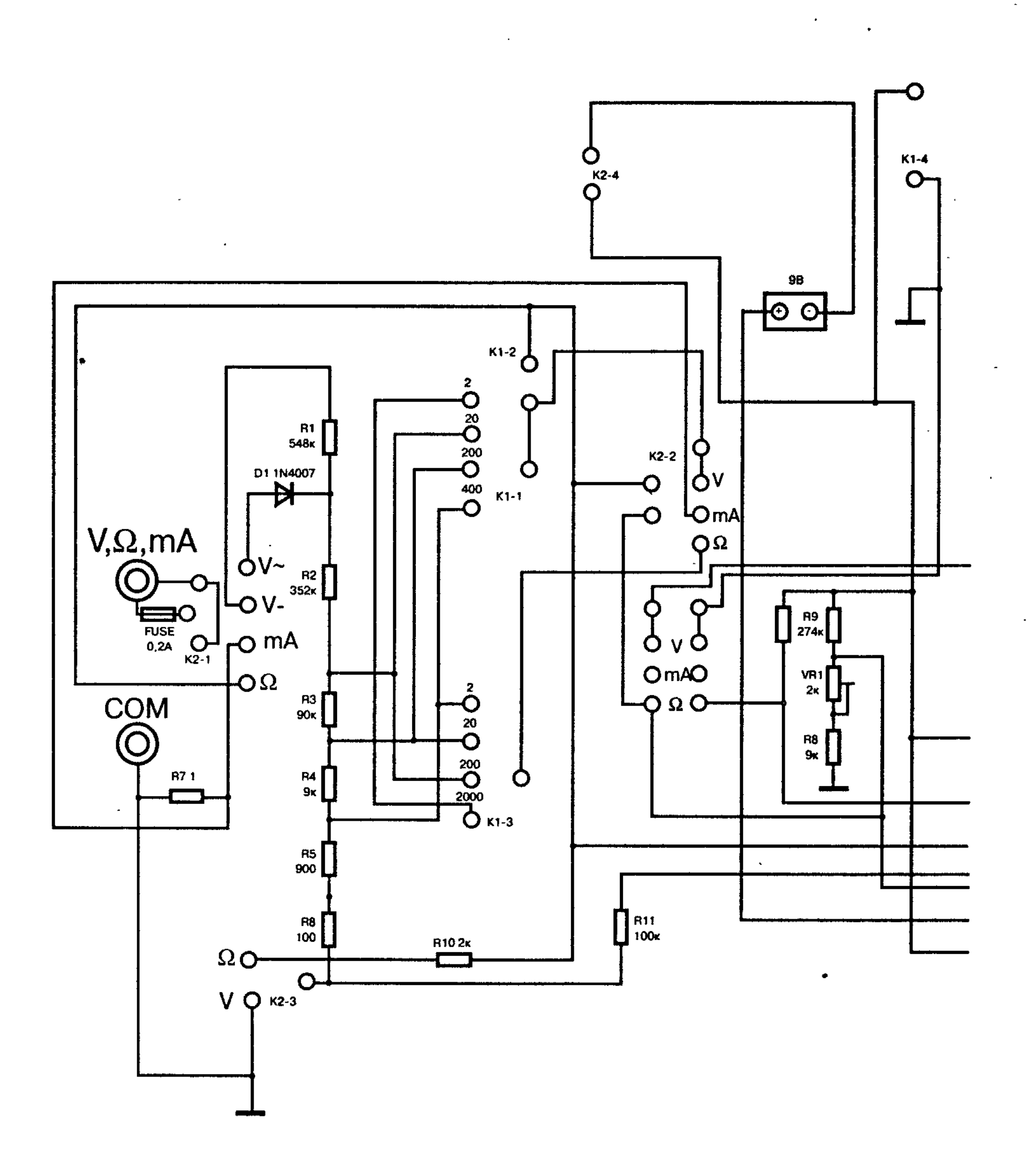


Рис. 6.18. Принципиальная схема мультиметра М93

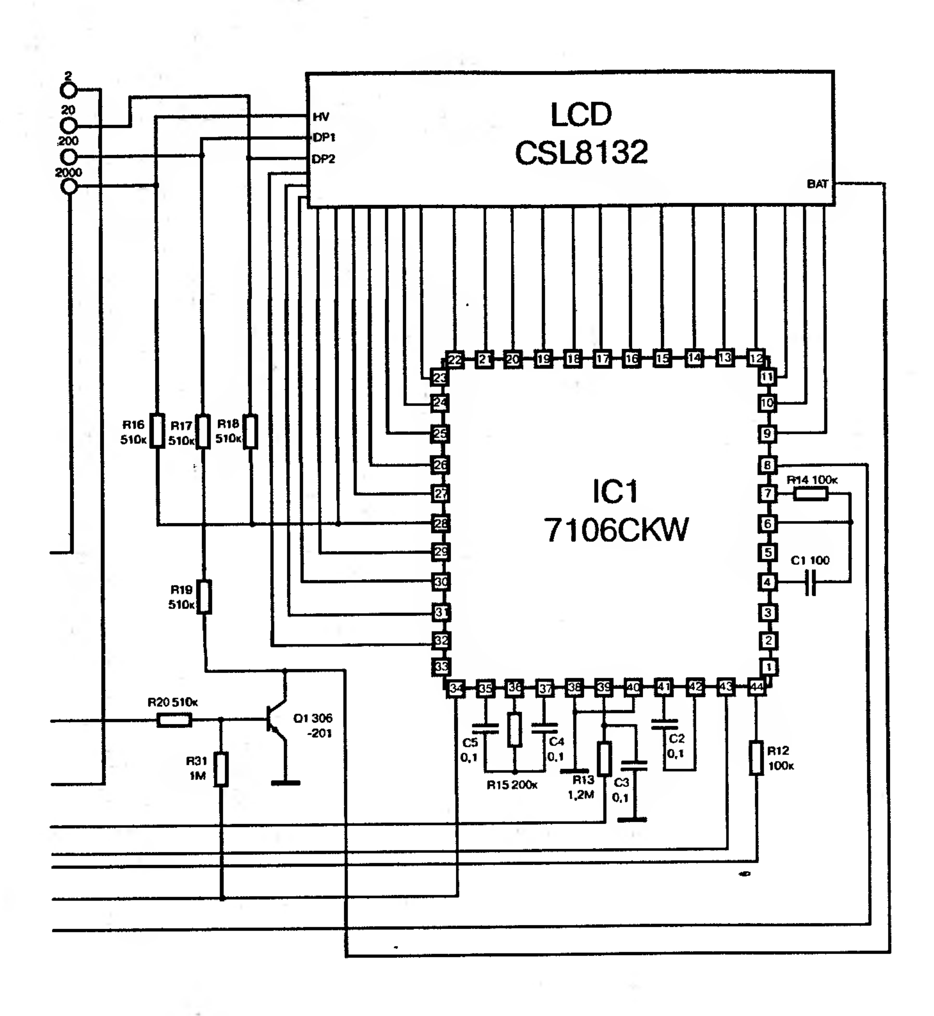


Рис. 6.18. Принципиальная схема мультиметра M93 (продолжение)

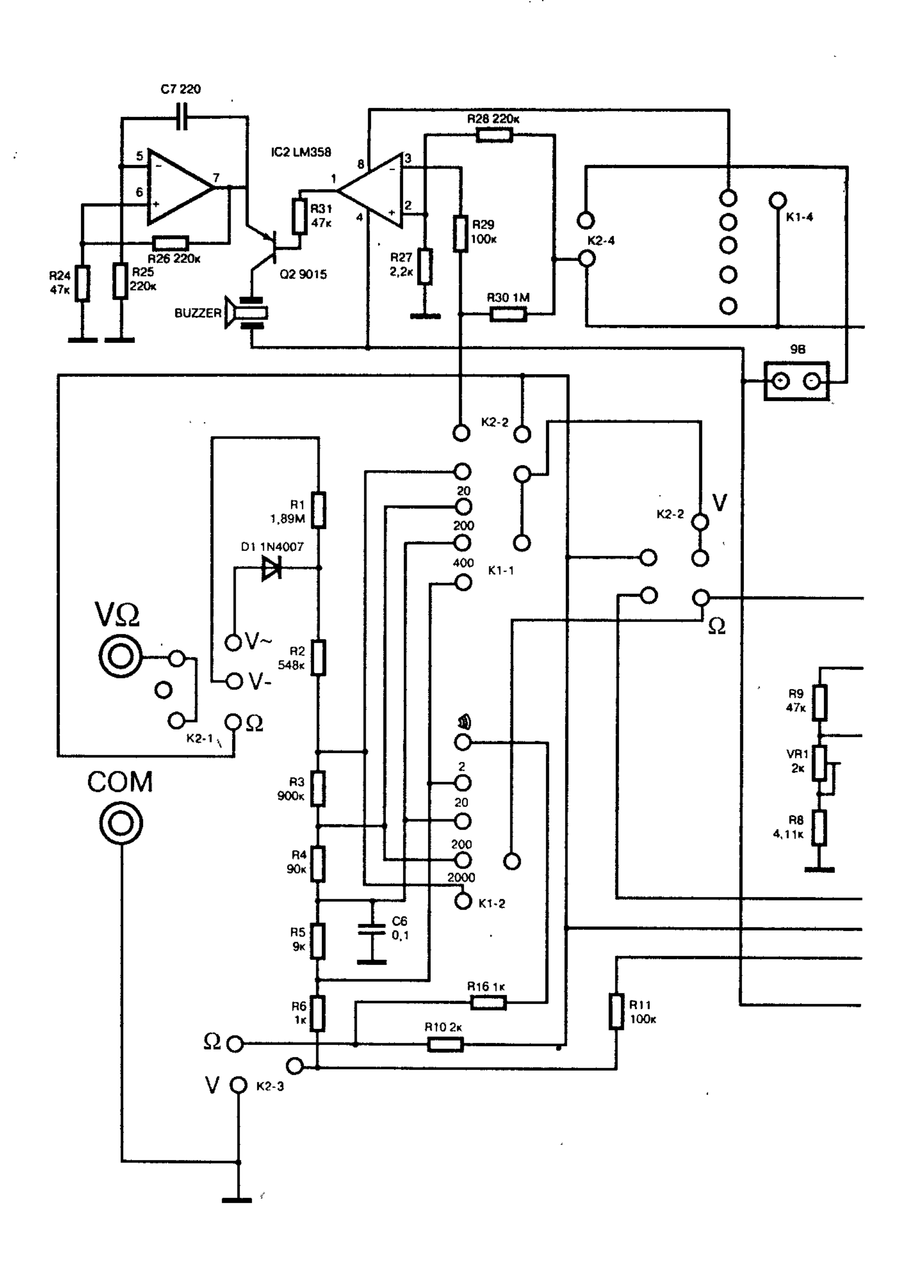


Рис. 6.19. Принципиальная схема мультиметра M93A

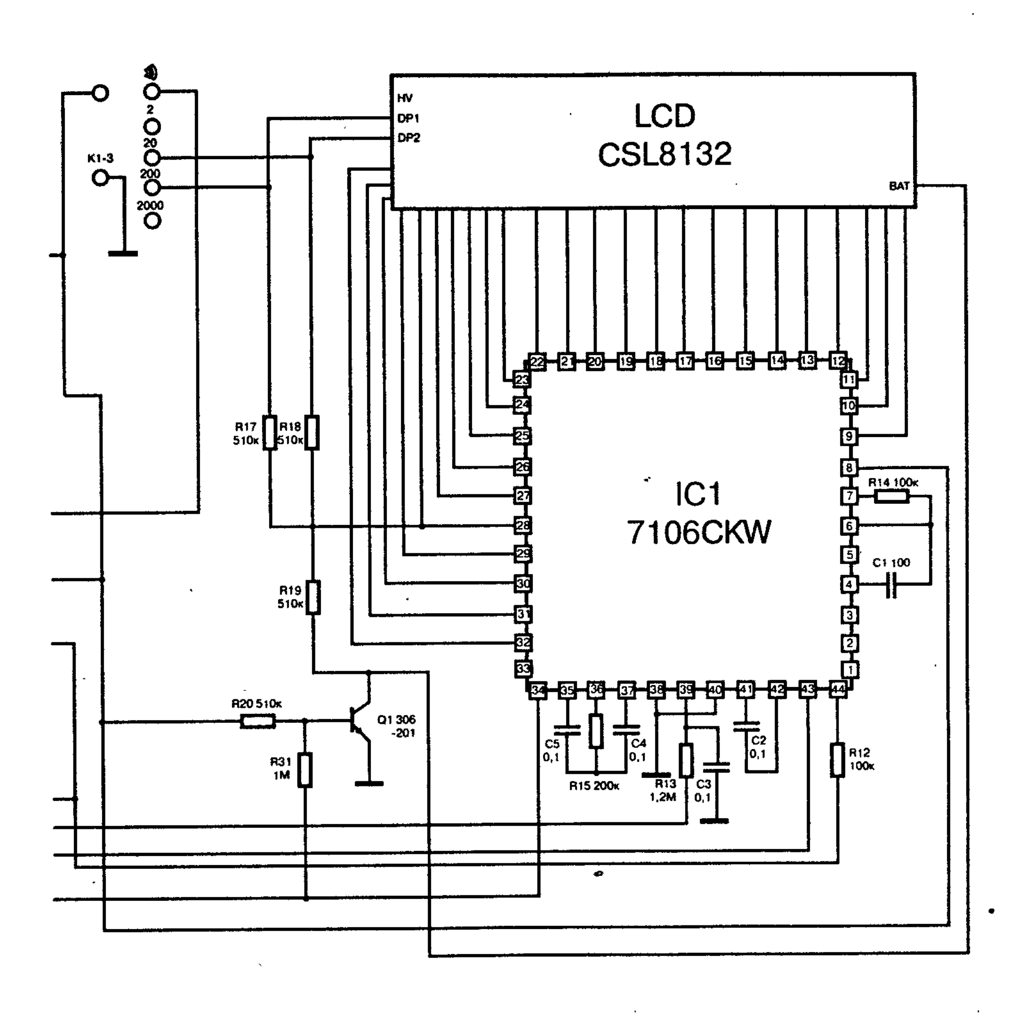


Рис. 6.19. Принципиальная схема мультиметра М93А (продолжение)

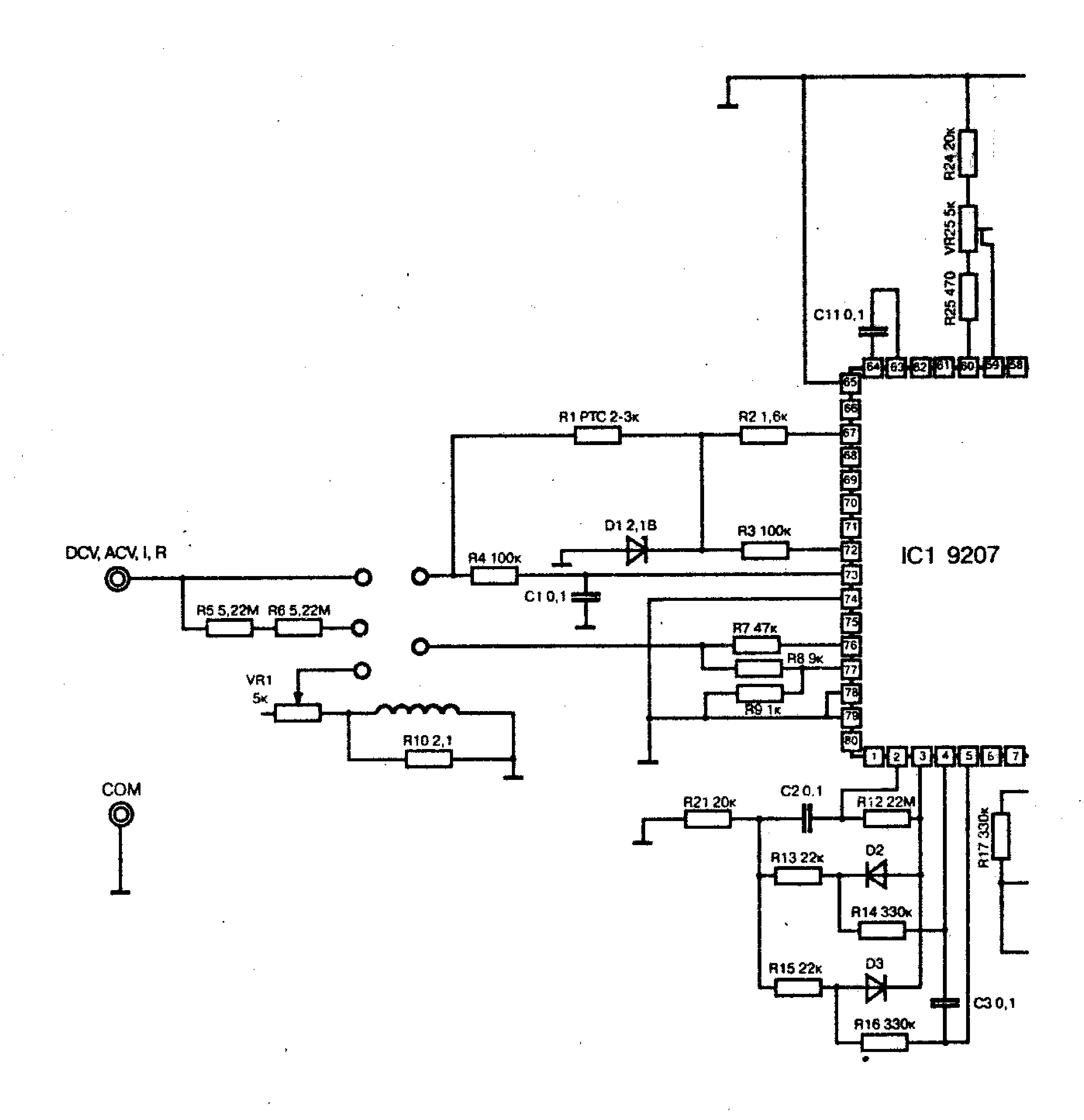


Рис. 6.20. Принципиальная схема мультиметра M932

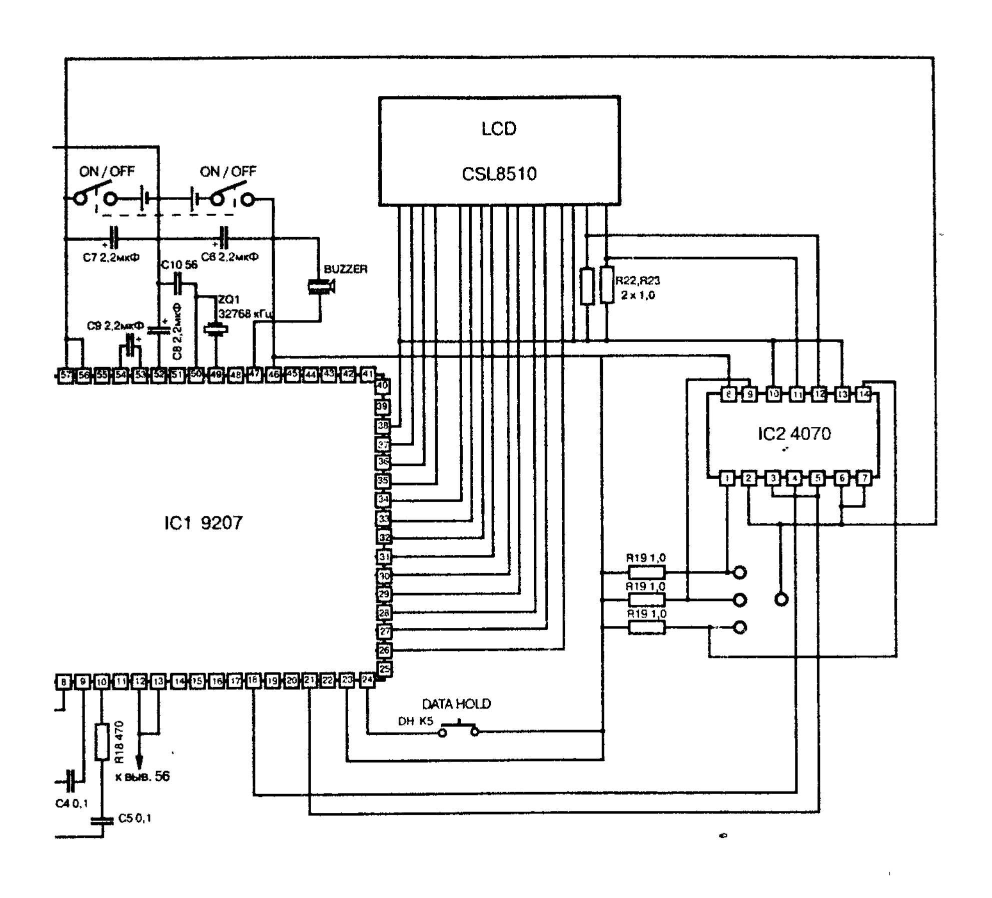


Рис. 6.20. Принципиальная схема мультиметра M932 (продолжение)

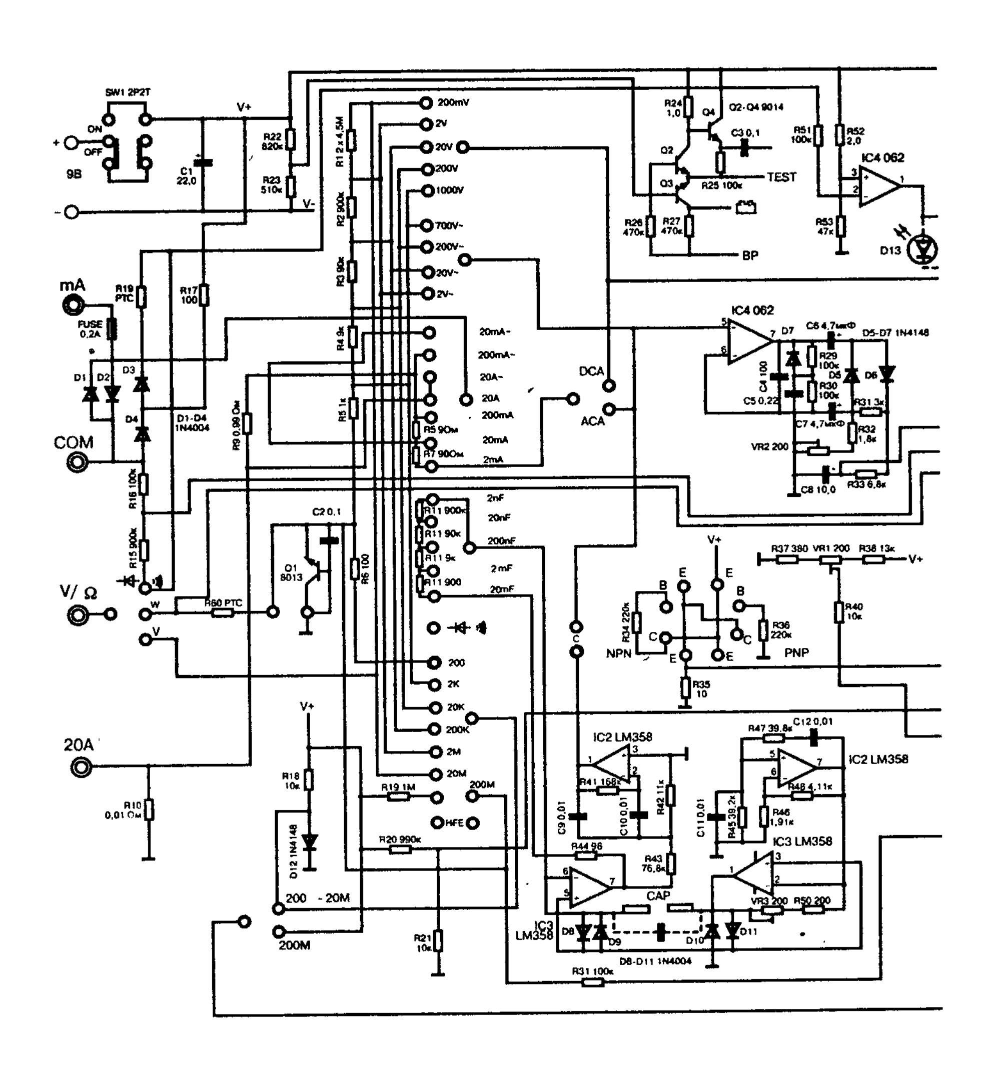


Рис. 6.21. Принципиальная схема мультиметра M9502

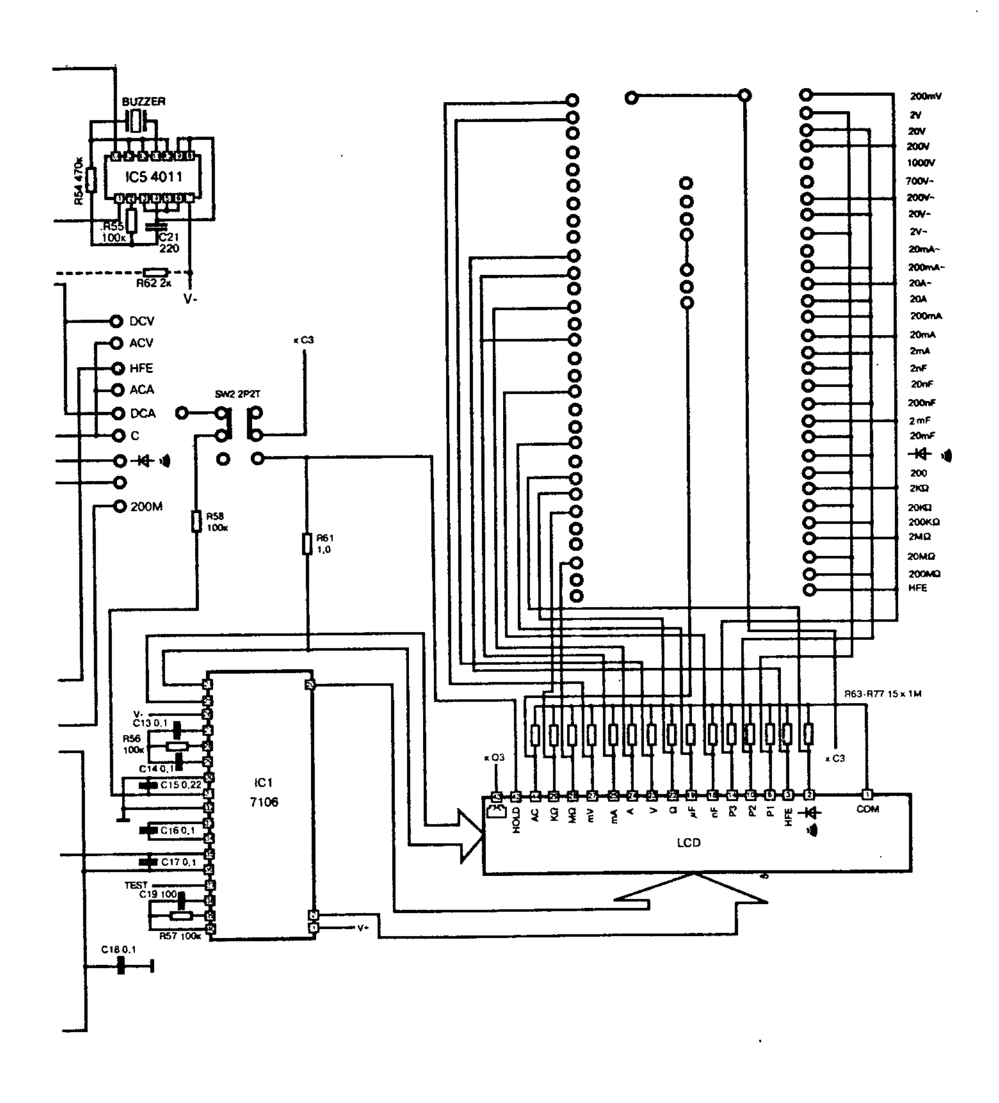


Рис. 6.21. Принципиальная схема мультиметра M9502 (продолжение)

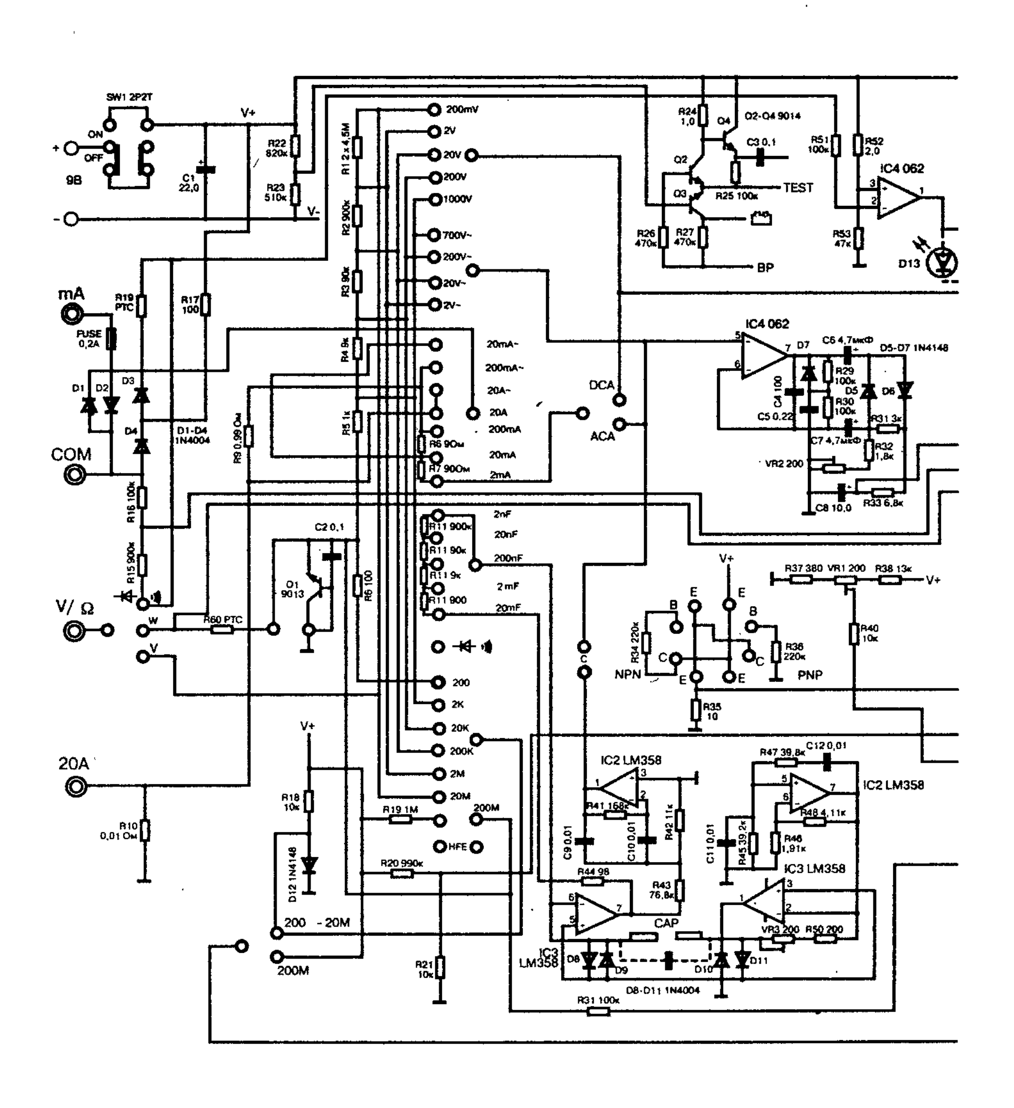


Рис. 6.21. Принципиальная схема мультиметра M9502

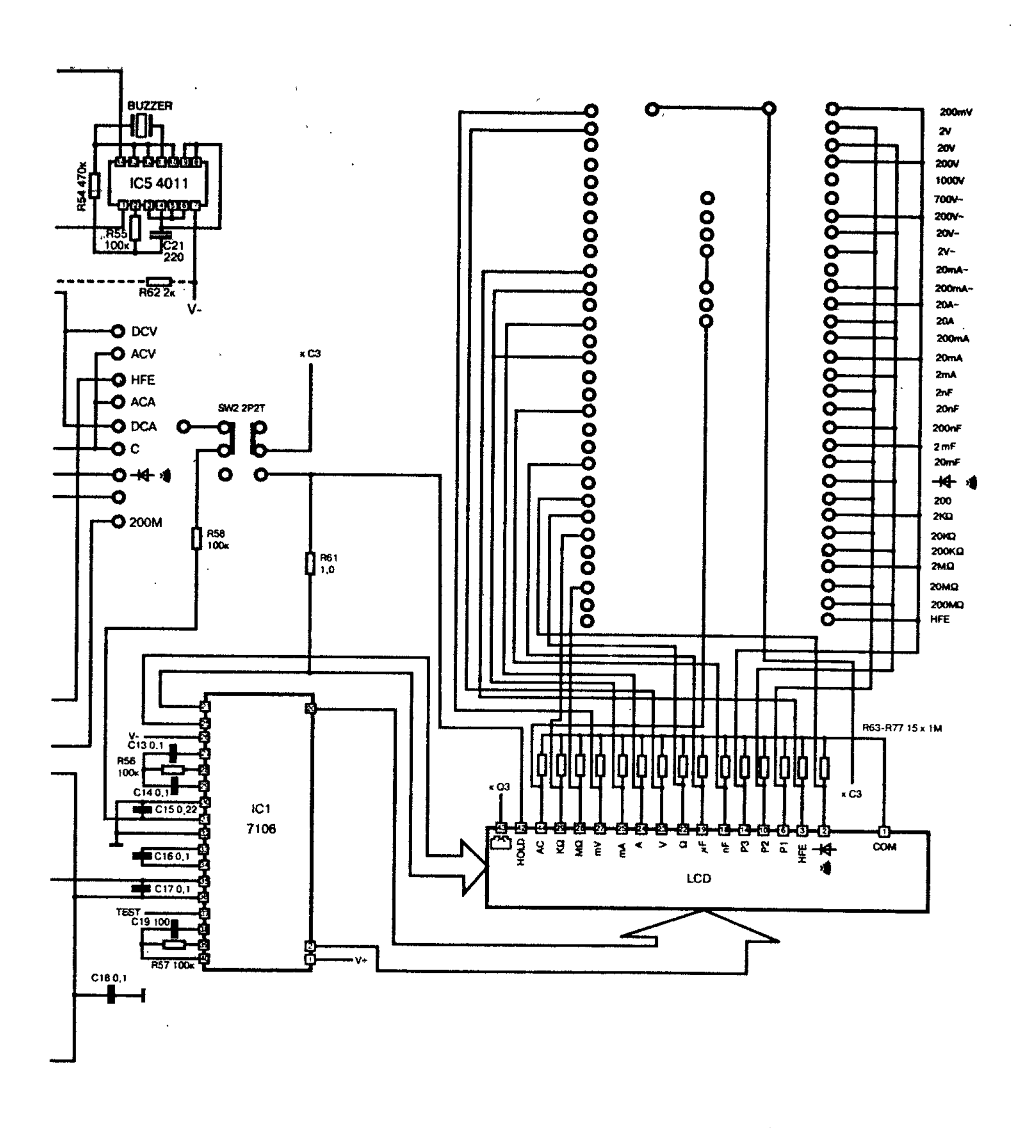
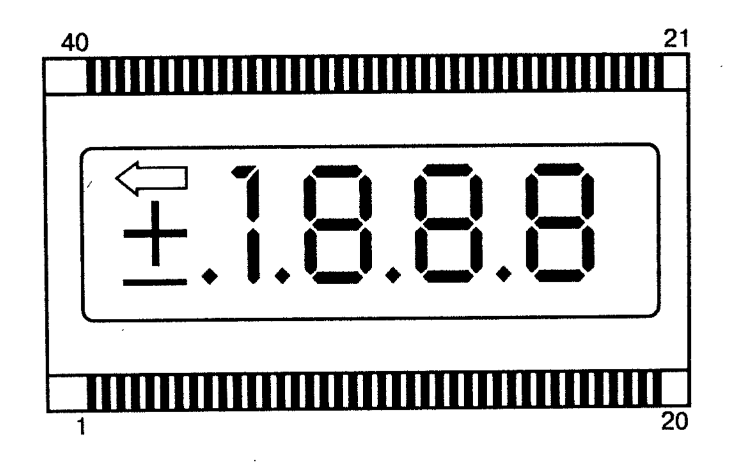


Рис. 6.21. Принципиальная схема мультиметра M9502 (продолжение)

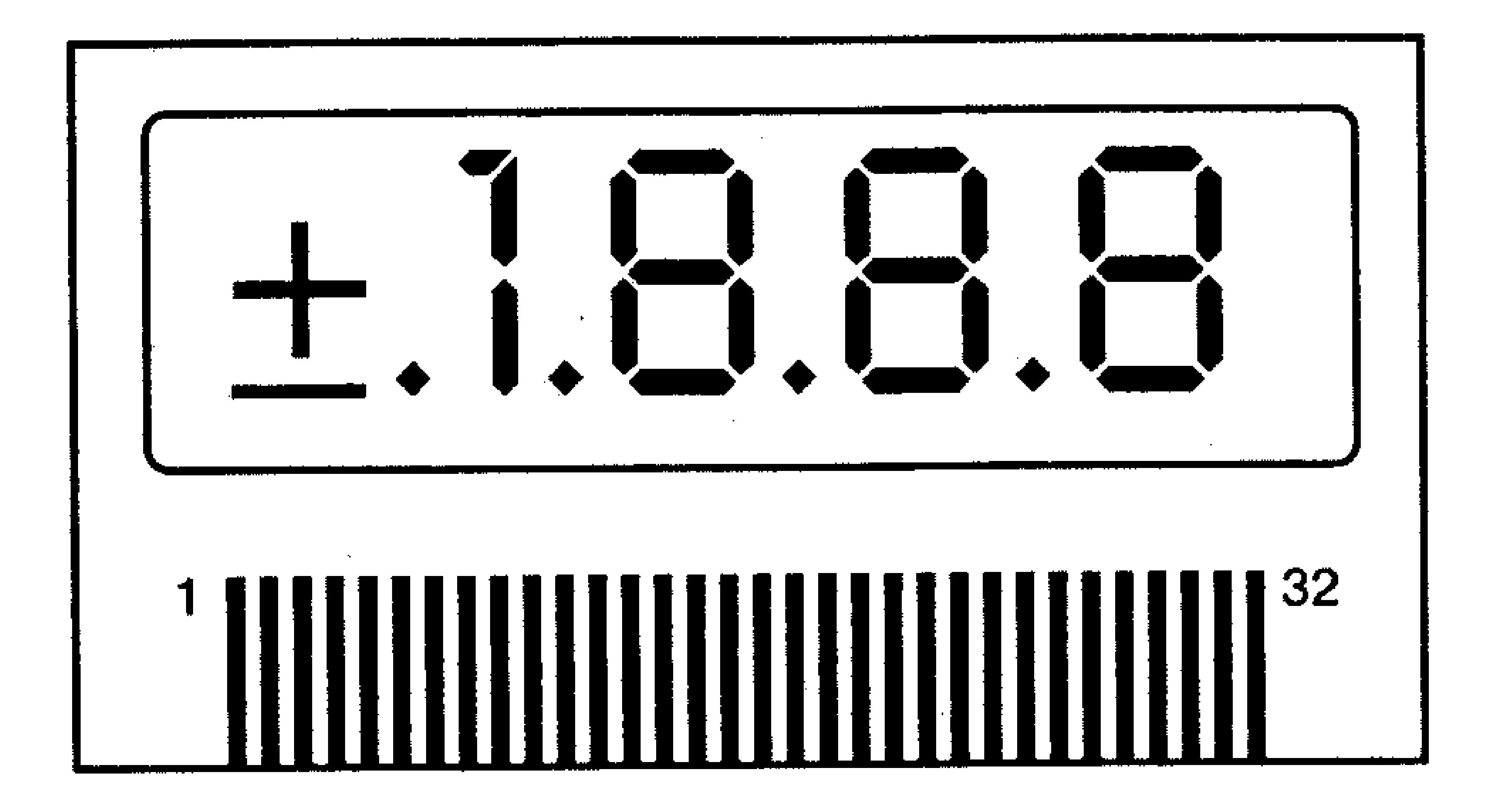
Жидкокристаллические дисплеи для цифровых мультиметров фирмы Crystaloid

SX-0162, SX-0825



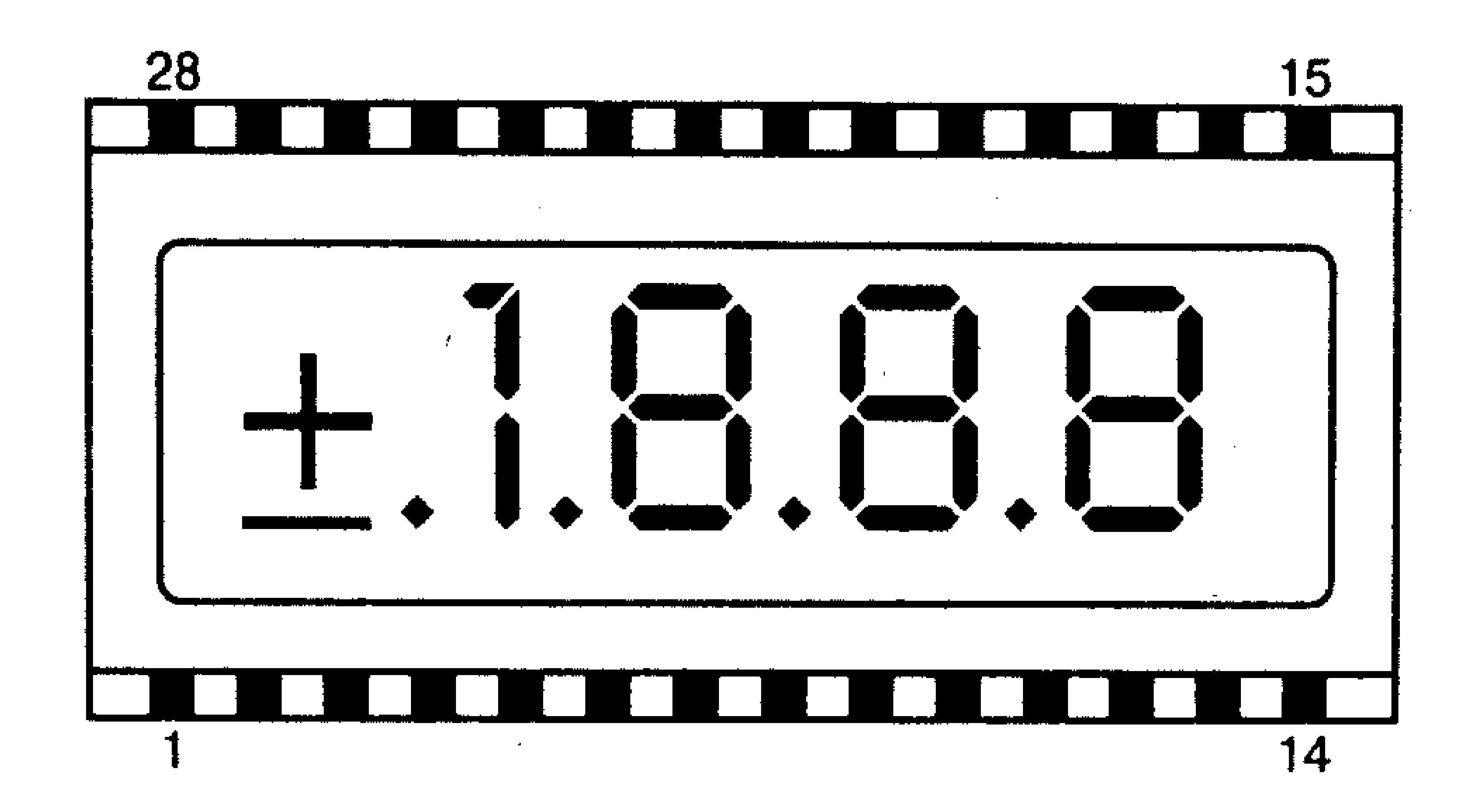
Вывод	Назначение	Вывод	Назначение	Вывод	Назначение	Вывод	Назначение
1	COM	11	C3	21	A1	31	F3
2	MINUS	12	DP2	22	F1	32	G3
3	B, C4	13	E2	23	G1	33	----
4	-----	14	D2	24	B2	34	----
5	-----	15	C2	25	A2	35	----
6	-----	16	DP1	26	F2	36	----
7	-----	17	E1	27	G2	37	----
8	DP3	18	D1	28	COLON	38	LOBAT
9	E3	19	C1	29	B3	39	PLUS
10	D3	20	B1	30	A3	40	COM

SX-0481



Вывод	Назначение	Вывод	Назначение	Вывод	Назначение	Вывод	Назначение
1	COM	9	E3	17	F2	25	A1
2	PLUS	10	----	18	E2	26	F1
3	MINUS	11	D3	19	----	27	E1
4	DP4	12	C3	20	D2	28	----
5	B, C4	13	G3	21	C2	29	D1
6	DP3	14	B3	22	G2	30	C1
7	A3	15	DP2	23	B2	31	G1
8	F3	16	A2	24	DP1	32	B1

SX-0653, 0654



Вывод	Назначение	Вывод	Назначение	Вывод	Назначение	Вывод	Назначение
1	COM	8	E2	15	B1	22	G2
2	B, C4	9	D2	16	A1	23	B3
3	DP3	10	C2	17	F1	24	A3
4	E3	11	DP1	18	G1	25	F3
5	D3	12	E1	19	B2	26	G3
6	C3	13	D1	20	A2	27	MINUS
7	DP2	14	C1	21	F2	28	PLUS

Содержание

Предисловие 3
1. Общие принципы устройства мультиметров 4
1.1. Краткое описание АЦП серии 7106 4
1.2. Аналоговая часть АЦП 8
1.3. Цифровая часть АЦП 14
1.4. Типовое применение АЦП 18
1.5. Особенности эксплуатации и ремонта устройств на основе АЦП серии 7106 20
2. Элементы цифрового мультиметра на основе АЦП серии 7106 25
2.1. Реализация автоматического выбора предела измерений 25
2.2. Построение входного делителя напряжения 28
2.3. Индикация состояния батареи питания 31
2.4. Измерение сопротивления, проводимости и тока 31
3. Основные характеристики мультиметров 33
3.1. Мультиметры серии 266 33
3.2. Мультиметры серии 300 и 320 34
3.3. Мультиметры серии 3211D 36
3.4. Мультиметры серии 3900 37
3.5. Мультиметры серии MY61, MY62, MY64, MY68 38
3.6. Мультиметры серии 830, 830D 39
3.7. Мультиметры серии 832 40
3.8. Мультиметры серии 838 41
3.9. Мультиметры серии 890 42
3.10. Мультиметры серии 90, 93A 43
3.11. Мультиметры серии 9502 44
4. Характерные неисправности и методы их устранения 45
5. Специализированные микросхемы для цифровых мультиметров 51
6. Принципиальные схемы цифровых мультиметров 60
Приложение. Жидкокристаллические дисплеи для цифровых мультиметров фирмы Crystaloid 104

Уважаемый читатель!

Перед Вами 14 номер каталога книг издательства "СОЛОН-Пресс",
предлагаемых к рассылке по почте
(*только новые поступления*)

В этом каталоге представлены <u>**новые**</u> книги нашего издательства, на данный момент предлагаемые к рассылке.
<u>**Срок действия** цен, указанных в каталоге — **до 31 декабря 2002 г.**</u>
По окончании этого срока, в случае получения заказа, издательство оставляет за собой право высылать книги по новым ценам.
Цены, указанные в каталогах 1 – 13, более недействительны, заказы по ним выполняться не будут.

ВНИМАНИЕ!

Вы можете в любое время получить свежий каталог издательства "СОЛОН-Р" по **Интернету**, послав пустое письмо на робот-автоответчик по адресу **KATALOG@SOLON-R.RU**, а также подписаться на **рассылку новостей** о новых книгах издательства, послав письмо по адресу **NEWS@SOLON-R.RU** с текстом "SUBSCRIBE" (без кавычек) в теле письма.

Если у вас нет доступа к Интернету, вы можете получить следующий **бесплатный** каталог нашего издательства **по почте**. Для этого необходимо прислать нам письмо, вложив в него широкий конверт (формат 22x11 см) с маркой и вашим адресом.

Наш адрес: **123242, Москва, а/я 20**.

К сожалению, отдельные схемы, альбомы схем и радиоэлементы мы не высылаем!

Мы высылаем книги наложенным платежом только по территории России!

Для оформления заказа необходимо:

1) Указать **номер данного каталога – 14, номера книг по каталогу** и **количество экземпляров** (названия книг указывать не нужно);
Если Вы хотите заказать ежемесячные журналы "Ремонт & Сервис", напишите **"журнал Ремонт & Сервис"** и укажите интересующие вас **номера, год** и **количество экземпляров**;
3) Написать **полный** адрес, по которому выслать книги. **Просьба обязательно указывать индекс и фамилию, И. О. получателя!**
Желательно указать также телефон, по которому с вами можно связаться, и адрес электронной почты (E-mail) (при наличии).

Внимание! Убедительная просьба все данные писать разборчиво и аккуратно!
Большая просьба при перемене адреса или индекса сообщать об этом при очередном заказе.

Пример: Каталог 14. Книги: 2 — 1 экз., 5 — 2 экз., 12 — 4 экз. Журнал "Ремонт & Сервис": 1/ 02 — 1 экз.
Адрес: 123456, Тверь, ул. Свободы, д. 4, корп. 2, кв. 5. Иванову Ивану Ивановичу. Тел.: 1-11-11. E-mail: ivanov@ivan.msk.ru. 27.08.02 г.

Передать нам Ваш заказ Вы можете следующими способами:

1) выслать почтовую открытку или письмо по адресу: **123242, Москва, а/я 20;**
2) переслать по электронной почте (e-mail) по адресу: **magazin@solon-r.ru**

P.S Возврат книг в случае брака или ошибки производить по обрвтному адресу, указанному на бандероли.

Отдел "Книга-почтой" издательства "СОЛОН-Пресс".
Адрес: 123242, Москва, а/я 20. E-mail: magazin@solon-r.ru Тел. для справок
(095) 254-44-10

Каталог №14

Внимание! В цены ВКЛЮЧЕНЫ услуги почты по пересылке книг!
(Однако за перевод денег вам придется заплатить в вашем отделении связи 8% от переводимой суммы.)

Вниманию **заказчиков**, проживающих в районах с доставкой почты только **АВИА**!
(Некоторые районы респ. Саха, Архангельской,
Тюменской, Томской, Иркутской, Хабаровской, Камчатской, Магаданской, Приморской областей.)
В связи с большими почтовыми сборами цены книг для вас будут в 1,5 раза выше.

Увеличение цен связано с введением НДС и налога с продаж.

№ по каталогу — Название — цена (руб.)

НАШИ НОВИНКИ

182. Трехмерный дизайн в программе 3D Studio Max 90

Книга в простой и доступной форме открывает чудесный мир программы 3D Studio Max. На конкретных примерах с пояснениями показано, как научиться создавать трехмерные объекты в среде данной программы. Простота и конкретность изложения позволят начинающим понять основные принципы работы с программой 3D Studio Max версий 3.0 и 4.0, научиться пользоваться ее основными инструментами. Предназначена для людей, нвчинающих осваивать программу 3D Studio Max самостоятельно. Авт. Соловьев М.М. 144 стр.

183. Справочное руководство по работе с подсистемой SPECCTRA в PCAD 2000/2001. *"Системы проектироеания"*........ 160

В настоящем руководстве приведены сведения о структуре и возможностях системы автоматизированного проектирования печатных плат Specctra. Этв система включена в качестве подсистемы для автоматических процедур размещения и трассировки в систему проектирования печатных плат PCAD-2000 (PCAD-2001), получившую широкое распространение. В книге даны общие сведения о подсистеме Specctra, интерфейсе этой системы при ее запуске из PCAD, приведвно описание синтаксиса и семантики команд для размвщения и трассировки плат. Книга предназначена для инженерно-технических работников и студентов технических университетов, работающих в области автоматизации проектирования электронной аппаратуры. Авт.Ю.М. Ёлшин. 272 стр.

184. Вейвлеты. От теории к првктике........ 216

Описано новейшее направление в теории и практике обработки функций и сигналов — вейвлеты (wavelets). Они способны эффективно представлять локальные особенности функций и сигналов, обеспвчивать высокую степень компрессии сигналов и изображений и вести их эффективную обработку. Впервые, наряду с теоретическими сеедениями о вейвлетах, детвльно описаны наиболее известные пакеты по вейвлетам — Wavelet Toolbox, Wavelet Extension Pack, Wavelet Explorer, используемые с массовыми системами компьютерной математики MATLAB 6.0/6.1, Mathcad 2001, и Mathematica 4, и другие инструментальные программные средства. Книга уникальна по числу практических примеров и иллюстраций рабоτы с

вейвлетами. Для студентов и преподавателей университетов и вузов, научных работников, инженеров и аспирантов. Авт. В.П. Дьяконов. 448 стр.

185. Синтез логических схем с использованием языка VHDL.....146

Описывается применение языка VHDL на алгоритмическом и логическом уровнях проектирования цифровых систвм. Язык VHDL является международным стандартом в системах ввтоматизации проектирования и предназначен для спецификации, моделирования и синтеза цифровых систем на основе заказных и программируемых пользователями сверхбольших интегральных схем. Книга предназначена для первоначального ознакомления с языком VHDL и может быть полезна студентам, аспирантам и специалистам, занимающимся разработкой электронной аппаратуры с помощью средств САПР. Авт. П.Н. Бибило. 384 стр.

186. Практические советы по ремонту бытовой радиоэлектронной аппаратуры. *"Библиотека ремонта"*. Вып. 6.....90

Автор дает грамотные практические советы по диагностике и ремонту различных блоков телевизоров, мониторов, видеомагнитофонов и видеокамер, автомагнитол, звуковоспроизводящей техники, СВЧ-печей, и другой бытовой техники. Описаны методики проверки трансформаторов и п/п приборов, блоков питания, приведены параметры популярных зарубежных микросхем и транзисторов и их аналоги. Для всех, занимающихся ремонтом электронной техники. Авт. А.М. Столовых. 160 стр.

187. Атака из Internet. *"Аспекты защиты"*.....253

"Атака из Internet" — это новое издание 2002 года самой известной в России книги по сетевой безопасности. Книга "Атака через Internet" увидела свет в 1997 году — это была первая в России книга, целиком посвященная анализу безопасности компьютерных сетей, написанная с точки зрения хакера; вторая книга — "Атака на Internet" вышла в 1999 году и пользовалась заслуженной популярностью в Рунете, завоевав в 2000 году звание бестселлер номер 1 в электронном магазине "Озон" (http://www.ozon.ru). "Атака из Internet" является основательно переработанным изданием, которое продолжает традиции предыдущих "Атак" и содержит много новой информации: современные технологии не стоят на месте, поэтому книга претерпела соответствующие изменения. Другим отличием от предыдущих изданий стал новый раздел, посвященный принципам действий современных систем сетевой защиты и анализу присущих им уязвимостей. Издание предназначено для пользователей сети Internet, системных и сетевых программистов, специалистов по ИТ безопасности, студентов, аспирантов и преподавателей вузов, а также для всех интересующихся вопросами нарушения и обеспечения сетевой безопасности. Авт. И.Д. Медведовский, П.В. Семьянов, Д.Г. Леонов, А.В. Лукацкий. 368 стр.

188. Современные зарубежные микрокалькуляторы.....177

Впервые в нашей литературе детально описано состояние разработок современных зарубежных микрокалькуляторов — от простых бухгалтерских до элитных графических калькуляторов с трехмерной и анимационной графикой и символьной (аналитической) математикой. Приведены данные о серийных калькуляторах ведущих фирм CITIZEN, Casio, Hewlett Packard и Texas Instrument. Для ряда наиболее типовых моделей дано их полное описание. Рассмотрены эксплуатация и ремонт калькуляторов, основы их программирования и техника проведения вычислений. Для всех пользователей этих массовых изделий, включая школьников, студентов, аспирантов, преподавателей вузов и университетов и научных работников. Авт. Дьяконов В.П. 400 стр.

189. Сотовые телефоны. Справочник потребителя.....83

В книге в доступной форме изложена информация, необходимая для пользователя сотовой связи. Даны рекомендации по выбору и правильной эксплуатации мобильного телефона, а также по выбору удобного именно вам стандарта, оператора и тарифного плана. Описаны основные функции различных моделей телефонов и SIM-карт, предоставляемых операторами, зоны покрытия различных сетей, дополнительное оборудование. Авт. Д.Ч. Олимов. 112 стр.

190. Современные стиральные машины. Часть III. Вып. 61.....202

Третья книга справочника "Современные стиральные машины" (две первые книги вышли в серии "Ремонт" издательства "СОЛОН-Р" в 2001 г.) содержит данные по стиральным машинам зарубежного производства, в том числе таким популярным на российском рынке, как Bosch/Siemens (серии МАКС-4), Hansa, Gorenje (рассмотрены машины как с гибридным, так и с электронным управлением), Siltal и их клонов, в т.ч. Ibita. Также подробно рассмотрены машины ASCO (серии 500 и 600), Bauknect и Bompani, Kaiser и машины группы Brandt (Brandt WDB 1200 и Ocean 845 XT). Практически весь материал впервые в отечественной технической литературе дан на русском языке. При этом сохранена оригинальная структура схем и чертежей, а также приведены коды комплектующих по технической документации фирм-производителей. Для многих моделей подробно рассмотрено устройство, даны электрические схемы и пошаговое описание работы машины, рекомендации по поиску и устранению неисправностей, разборке и сборке изделия. Книга адресована мастерам по ремонту бытовой техники и широкому кругу читателей, имеющих базовую техническую подготовку. Авт. Коляда В.В. 200 стр.

191. 3,5 дюйма, или как продавать свои программы через Интернет.....93

Книга рассказывает об уникальной возможности распространения и продажи своих программ через Интернет, доступной любому российскому программисту. С учетом опыта лучших отечественных программистов рассмотрвны этапы создания, продвижения и приема оплаты за свободно-распространяемые программы (shareware). Для программистов, пользователей ПК и всех, кто интересуется современными направлениями в бизнесе. Авт. С. Баричев, А. Лысковский. 144 стр.

192. Основы языка VHDL. Изд. 2, доп.....118

Описывается применение языка VHDL на алгоритмическом и логическом уровнях проектирования цифроеых систем. Язык VHDL является международным стандартом в системах автоматизвции проектирования и предназначен для спецификации, моделирования и синтеза цифровых систем на

основе заказных и программируемых пользователями сверхбольших интегральных схем. Книге предназначена для первоначального ознакомления с языком VHDL и может быть полезна студентам, аспирантам и специалистам, занимающимся разработкой электронной аппаратуры с помощью средств САПР. Авт. Бибило П.Н. 208 стр.

193. Заправка картриджей современных принтеров. *"Библиотека ремонта"*. Вып. 7.........106

Книга является практико-информационным пособием по методам заправки и ремонту картриджей для современных лазерных и струйных принтеров. Приведены также несколько простых методик восстановления неработающей головки струйного принтера. Впервые в современной литературе представлен материал по картриджам (более 50-ти наименований). Данные картриджи используются в подавляющем большинстве принтеров, эксплуатируемых в СНГ (более 300 типов). Книга будет полезна как специалистам, обслуживающим средства вычислительной техники, так и обыкновенным пользователям персональных компьютеров. Авт. Родин А.В., Тюнин Н.А. 120 стр.

194. 36 причин зависания компьютера. *"Про ПК"*...143

Книга представляет собой хорошо структурированное пособие-справочник как для пользователей ПК, так и для ремонтников. Она посвящена самым актуальным темам — проблемам зависания и вопросам диагностики неисправностей и ремонта ПК. Материал изложвн в виде полезных советов. Рассмотрены вопросы функционирования операционных систем MS-DOS 5.0, 6.22, 7.0, Windows 95/98/NT/ME и причин зввисания ПК, работающих в среде этих операционных систем. Приведены таблицы часто встречающихся неисправностей ПК. Особое анимание уделено методикам и приемам устранения программных и аппаратных неполадок, сбоев, неиспрааностей ПК. Для широкого круга читателей. Авт. Платонов Ю.М., Уткин Ю.Г. 288 стр.

195. Сварочный аппарат своими руками. *"СОЛОН-Р" — радиолюбителям"*. Вып. 12............96

Рассмотрены особенности физических процессов при сварке постоянным и переменным током, приведены методики расчета сварочных трансформаторов, дано описание их практических конструкций и доработок, даны практические рекомендации при проведении сварочных работ. Автор постарался охватить практически асе, что касается темы – от теории сварочных работ и зависимости качества сварки от различных характеристик до подробного описания практического воплощения сварочных аппаратов, в том числе из бытовых трансформаторов, возможностей их усовершенствования. Также дано описание характеристик и маркировки электродов и техники сварки различных металлов. Авт. Зубаль И.Д. 176 стр.

196. Теория и расчет многообмоточных трансформаторов. *"СОЛОН-Р" — радиолюбителям"*. Вып. 11 80

Изложены теоретические основы расчета многообмоточных трансформаторов. Приведены полные формулы для расчета одно- и трехфазных трансформаторов, используемых в различных типах преобразователей (прямо- и обратноходовых, мостовых) с конкретными примерами их применения. Книга предназначена для инженеров - специалистов по источникам вторичного электропитания и студентов высших учебных заведений. Авт. Хныков А.В. 112 стр.

197. Ремонт мониторов SAMSUNG. Справочне пособие. Вып. 64 177

В книге описан основной модельный ряд мониторов SAMSUNG с диагональю 14, 15 и 17 дюймов. Приведены структурные, принципиальные схемы и схемы межплатных соединений. Описаны характерные неисправности и способы их устранения. Описаны следующие модели мониторов: SyncMaster 3NE, 400b, 500b/500/500p/500Mp, 700S/700p/700b/700Mb, Samtron 5B, 7E, а также CQB4147L, CQB4157L, CQB4143L, CQB4153L, CKA4217L, CKA4227L, CKA5227L, CGC5607L, CGM7607L/LM, CGM7617L/LM (7B/7MB), CGM7627L/LM, CGB5607, CGC5607L, CGE7507, CGH7609L. Книга рассчитана на специалистов по ремонту электронной аппаратуры и широкий круг радиолюбителей. Авт. Г.К. Яблонин160 стр.

198. Microsoft Access 2002. Программирование и разработка баз данных и приложений. *"Полное рук-во пользователя"*...266

В предлагаемой книге описывается Microsoft Access 2002 — популярная система управления базами данных для операционной системы Windows, входящая в состав комплекта программ Microsoft Office XP. Access 2002 — инструмент, предназначенный для быстрой разработки офисных программ. Он может с успехом использоваться начинающими пользователями для познания секретов баз данных, программирования и увлекательных занятий по созданию несложных приложений и в то же время предоставляет мощные средства разработки опытным программистам. Ряд глав книги посвящены описанию рабочей среды Access и шагов построения компонентов базы данных: таблиц, форм, отчетов и других. Подробно обсуждаются общие вопросы разработки баз данных и подходы, реализуемые в Access. Дается ряд рекомендаций по оптимизации структуры объектов базы данных. В книге детально рассмотрены основы объектно-ориентированного программирования. Описывается также объектная среда Access 2002 — объекты, используемые при создании приложения, и приемы работы с элементами управления, встроенными и подключаемыми компонентами ActiveX. Большой акцент в книге делается на описании возможностей языка программирования Visual Basic для приложений (VBA). Подробно описаны все языковые компоненты, SQL-расширения, работа с классами, анешними данными, объектные модели DAO и ODBCDirect, построение систем клиент/сервер. Приводится большое количество примеров программ и важной технической информации, которая позволит разработчику строить сложные и функциональные приложения. Книга предназначена для всех категорий пользователей, программистов и разработчиков приложений. Авт. Боровиков В.В. 560 стр.

199. Шина I^2C в радиотехнических конструкциях. *"Просто и доступно"* 110

В книге рассказывается о принципах постровния и логике работы последовательной шины обмена данными Inter-Integrated Circuit Bus (I2C), разработанной фирмой Philips. Приводятся сведения о микросхемах, имеющих интерфейс I2C, а также несложные конструкции на их основе, доступные для повторения радиолюбителями. Книга может быть полезна радиолюбителям, инженерам, студентам радиотехнических специальностей вузов, специалистам-ремонтниквм бытовой аппаратуры. Авт. Семенов Б.Ю. 192 стр.

15. Методы и модели экспертизы объектов интеллектуальной собственности в сети Internet. *"Аспекты защиты"*. 143

Подзаголовок: "В лабиринтах правовой охраны объектов интеллектуальной собственности в пространстве открытых сетевых технологий INTERNET". В книге рассматриваются методы и модели идентификации и визуализации основных процессов экспертизы (исследования, разработки и патентования) таких объектов интеллектуальной собственности как, например, электронные базы данных (БД) и базы знаний (БЗ), на всем их жизненном цикле в сети Internet. Разработаны графо-аналитические методы визуализации области допустимых решений распределенных в сети динамических процессов, объектно-ориентированная технология экспертизы многорежимных систем интерактивного управления. Приведены методические примеры Java-реализаций: адаптивного интерфейса на HTML-документах; оптимизации клиентской части и др. Книга предназначена для студентов, программистов, научных и инженерно-технических работников, а также предприниматепей, занимающихся инновационной деятельностью в сети Internet, разработкой и проектированием информационных систем и баз знаний различного назначения. Авт. Ботуз С.П. 308 стр.

16. Радиолюбителям: полезные схемы. Книга 5..110

Это издание продолжает известную многим серию. Приведены практические схемы, которые можно легко собрать в домашних условиях. Подробно описан принцип работы и дана вся необходимая информация для изготовления. Большинство устройств выполнены на доступных элементах и просты в настройке. Все они могут принести немало пользы. В книгу также включен обзор по техническим характеристикам и особенностям применения популярных среди радиолюбителей и радиоинженеров аналоговых таймеров из серии 555. Материалы рассчитаны на широкий круг читателей, знакомых с основами электро- и радиотехники и радиолюбителей, занимающихся самостоятельным конструированием электронных устройств. Авт. Шелестов И.П. 240 стр.

17. Отечественные полупроводниковые приборы специального назначения. Вып. 62.......236

Во 2-й книге авторов по отечественным п/п приборам в табличной форме в алфавитно-цифровой последовательности представлены данные по основным электрическим параметрам приборов, предназначенных для использования в специальной радиоэлектронной аппаратуре. Эти приборы имеют улучшенные параметры и более высокую надежность по сравнению с аналогичными для бытовой техники. Представлены также оригинальные приборы специального назначения, не имеющие аналогов среди приборов бытового назначения. Для удобства читателей непосредственно в таблице приводится внешний вид и параметры конструктивного исполнения приборов. В книге приведены вид, буквенные обозначения и параметры биполярных и полевых транзисторов, диодов (варикапов, стабилитронов, стабисторов), тиристоров, оптоэлектронных приборов, даны аналоги отечественных транзисторов. Авт. А.И. Аксенов, А.В. Нефедов. 312 стр.

18. VBA: для тех, кто любит думать. *"Про ПК"* 127

Данная книга — учебник по программированию на языке Visual Basic for Applications (VBA), встроенном в популярный пакет программ Microsoft Office. От других изданий на эту тему она отличается тем, что в ней немалое место отведено приемам и способам самостоятельного изучения программирования, без каких-либо других обучающих средств. Разумеется, в книге есть и базовые сведения о синтаксисе VBA, его командах. Кроме того, вы найдете в ней подборку полезных советов, позволяющих сделать программы на VBA более функциональными и удобными, а на прилагаемом к книге компакт-диске — набор программ на VBA с открытым кодом, который вы можете использовать в своих разработках. В книге рассматриваются все версии MS Office, содержащие VBA, — от 97-й до XP и их различия. Автор также касается вопросов использования API функций, паролей, шифрования. Для учащихся, программистов и всех, использующих MS Office. Авт. Орлов А.А. 240 стр.

ISBN 5-98003-004-2



ООО Издательство "СОЛОН-Пресс"
127051, г. Москва, М. Сухаревская пл., д. 6, стр. 1
(пом. ТАРП ЦАО)

Формат 60х88/16. Объем 7 п. л. Тираж 5000

ООО "ПАНДОРА-1"
Москва, Открытое ш., 28
Заказ 130